

Technická univerzita v Liberci

**FAKULTA PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ A PEDAGOGICKÁ**

**Katedra:** Katedra geografie  
**Studijní program:** B1301 Geografie  
**Studijní obor:** R022 Aplikovaná geografie

Posouzení metod vymezení údolní nivy a aplikace vybrané metody  
s využitím prostředků GIS na území ORP Liberec

Rating of floodplain demarcation methods and application of chosen  
method by using the GIS resources on the territory of the municipality with  
extended powers (ORP) Liberec

Bakalářská práce: 11–FP–KGE–001

**Autor:**  
Jaroslav NÝDRLE

**Podpis:**

---

**Vedoucí práce:**

Mgr. Jiří Šmída, Ph.D.

**Konzultant:**

Mgr. Jan Jaksch, Magistrát města  
Liberec  
prof. RNDr. Hubert Hilbert, Ph.D.

**Počet**

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
72	2	17	4	45	2

V Liberci dne:

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ A PEDAGOGICKÁ**

Katedra geografie

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(pro bakalářský studijní program)

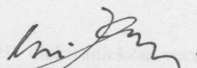
pro (kandidát): Jaroslav Nýdrle  
adresa: Roztoky u Jilemnice 512 31, čp.: 329  
studijní obor (kombinace): Aplikovaná geografie  
Název BP: Posouzení metod vymezení údolní nivy a aplikace vybrané metody s využitím prostředků GIS na území ORP Liberec  
Název BP v angličtině: Rating of floodplain demarcation methods and application of the chosen method by using the GIS resources on the territory of the municipality with extended powers (ORP) Liberec  
Vedoucí práce: Mgr. Jiří Šmída, Ph.D.  
Konzultant: Mgr. Jan Jaksch, Magistrát města Liberec  
Termín odevzdání: květen 2011

Poznámka: Podmínky pro zadání práce jsou k nahlédnutí na katedrách. Katedry rovněž formulují podrobnosti zadání. Zásady pro zpracování BP jsou k dispozici ve dvou verzích (stručné, resp. metodické pokyny) na katedrách a na Děkanátě Fakulty přírodovědně-humanitní a pedagogické TU v Liberci.

V Liberci dne 14. 5. 2010



děkan

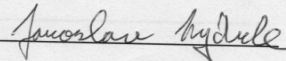


vedoucí katedry

Převzal (kandidát): JAROSLAV NÝDRLE

Datum: 20. 5. 2010

Podpis:



Název BP:	POSOUZENÍ METOD VYMEZENÍ ÚDOLNÍ NIVY A APLIKACE VYBRANÉ METODY S VYUŽITÍM PROSTŘEDKŮ GIS NA ÚZEMÍ ORP LIBEREC
Vedoucí práce:	Mgr. Jiří Šmída, Ph.D.
Cíl:	Posoudit metody vymezení údolních niv a aplikovat vybranou metodu s využitím prostředků GIS na území ORP Liberec
Požadavky:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- definovat pojem údolní nivy</li> <li>- popsat indikátory vymežující údolní nivu (záplavy – Q100, typy půd – BPEJ, geomorfologie, geologie, vegetační kryt)</li> <li>- popsat metody vymežující údolní nivu</li> <li>- provést výběr nejvhodnější metody pro využití GIS a zájmové území ORP Liberec</li> <li>- vymežit údolní nivy na území ORP Liberec</li> <li>- ověřit získané výsledky v terénu</li> </ul>
Metody:	rešerše odborné literatury tematická kartografie terénní průzkum metody GIS (editace dat, tvorba a analýza DMR, prostorové analýzy GIS)
Literatura:	Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D., W. (2001): Geographic Information Systems and Science. John Wiley & Sons. ISBN 0- 471-49521-2. Wilson, J. P., Fotheringham, A. S. eds. (2008): The Handbook of Geographic Information Science. Blackwell Publishing, ISBN 978-1-4051-0795-2.

## Čestné prohlášení

**Název práce:** Posouzení metod vymezení údolní nivy a aplikace vybrané metody s využitím prostředků GIS na území ORP Liberec

**Jméno a příjmení autora:** Jaroslav Nýdrle

**Osobní číslo:** P08000023

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne:

---

Jaroslav Nýdrle



## **Poděkování**

Velice rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Jiřímu Šmídovi, Ph.D. za jeho vstřícnost, podporu, odborné a příkladné vedení po celou dobu tvorby práce. Poděkování patří také Magistrátu města Liberec, konkrétně tedy panu Mgr. Janu Jakschovi za poskytnutí všech potřebných dat a za fundované rady související s danou problematikou. Děkuji také prof. RNDr. Hubertu Hilbertovi, Ph.D. za odborné rady při stanovování postupu řešení práce.

## **Anotace**

Řešená odborná bakalářská práce se zabývá využitím prostředků GIS při mapování území údolních niv v ORP Liberec. Nejprve je v práci definován pojem údolní niva, následně určena fyzickogeografická charakteristika řešeného území. Využitím prostorových analýz v GIS je na základě faktorů údolní nivu určujících vymezeno území, ve kterém se nacházejí údolní nivy. Ústředním bodem všech analýz je vytvoření digitálního modelu reliéfu (DMR). Následně je popsáno možné využití získaných dat. V několika lokalitách byl ověřen postup řešení terénním průzkumem (přítomností nivních půd), díky pedologické sondě. Odběratelem výsledků je veřejná správa ORP Liberec (Magistrát města Liberec).

**Klíčová slova:** údolní niva, digitální model reliéfu, nivní půdy, kvartérní sedimenty, povodně, reliéf

## **Annotation**

In the following thesis we study the usage of GIS methods in mapping areas of floodplains in ORP Liberec. Firstly, we define the notion of floodplain; secondly, the physiographical characteristic of the area is determined. Using the spational analysis from GIS, the floodplain area is defined on the basis of factors. The main point of all the analysis is the creation of the digital relief model. In the following part, the usage of data is described. In several locations the former procedure was verified using the pedological test pit. Presented results are going to be used by the public administration of ORP Liberec.

**Keywords:** floodplain, digital elevation model, alluvial soil, quaternary sediments, floods, relief

## Obsah

1 Úvod.....	14
2 Rešerše odborné literatury.....	16
3 Lokalizace a fyzickogeografické vymezení zkoumaného území ORP Liberec.....	24
3.1 Geologie.....	25
3.2 Geomorfologie.....	28
3.3 Hydrologie.....	31
3.4 Klimatologie.....	33
3.5 Shrnutí fyzickogeografického vymezení z hlediska údolních niv.....	34
4 Vymezení údolní nivy.....	35
4.1 Horninové podloží.....	36
4.2 Tvary reliéfu.....	36
4.3 Půdy.....	37
4.4 Vegetační kryt.....	38
4.5 Záplavová území.....	38
5 Metody vymezení údolní nivy.....	41
6 Vymezení údolní nivy pomocí DMR v GIS.....	44
6.1 Cíle práce.....	44
6.2 Metody práce.....	45
6.3 Postup práce s definováním pojmů.....	46
6.3.1 Příprava dat.....	46
6.3.2 Vytvoření DMR.....	47
6.3.3 Hydrologická analýza digitálního modelu reliéfu.....	49
6.3.4 Vytvoření vrstvy sklonů svahů a reklasifikace na roviny.....	51
6.3.5 Reklasifikace vrstev BPEJ a horniny ORP Liberec.....	53
6.3.6 Výsledná vrstva údolních niv – překryvné analýzy.....	55
7 Ověření získaných výsledků v terénu.....	57
7.1 Údolní niva v Machníně – Lužická Nisa.....	57
7.2 Údolní niva v okolí Hodkovic nad Mohelkou – Mohelka.....	57
8 Využití získaných výsledků.....	59
8.1 Údolní nivy v záplavových územích.....	59
8.2 Zastavěné území v údolních nivách.....	60
8.3 Střety s prvky ochrany přírody.....	61

8.4 Úprava výsledků pro MML.....	62
8.5 Diskuze - postup MML vs. postup autora.....	64
9 Závěr.....	66
10 Použitá literatura a zdroje.....	68
11 Seznam příloh.....	71



## Seznam obrázků

Obrázek 1: Údolní niva, zdroj dat: (Christopherson, R. W.; 2010, s. 383).....	21
Obrázek 2: Lokalizace ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroj dat: ArcČR 500 (ARCDATA PRAHA, s.r.o.).....	24
Obrázek 3: Geologická mapa ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: Geoportal CENIA, ArcČR 500.....	27
Obrázek 4: Digitální model reliéfu, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, Geoportal CENIA, vrstvy od MML .....	30
Obrázek 5: Kvartérní sedimenty ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: Geoportal CENIA, Česká geologická služba, ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500.....	35
Obrázek 6: Vymezení údolní nivy, Jaroslav Nýdrle, 2011.....	39
Obrázek 7: Overlay analýza, zdroj dat: upravený PRTSC z ArcMap.....	42
Obrázek 8: Schéma metody vymezení údolních niv, Jaroslav Nýdrle, 2011.....	43
Obrázek 9: Nastavení sklonů svahů - slope, zdroj dat: PRTSC z ArcMap.....	51
Obrázek 10: Sklony svahů, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500.....	52
Obrázek 11: Roviny ORP Liberec (2011), Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500.....	53
Obrázek 12: Nivní půdy, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500, BPEJ – nivní půdy.....	54
Obrázek 13: Nastavení analýzy intersect, zdroj dat: PRTSC z ArcGIS.....	55
Obrázek 14: Údolní nivy ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500, BPEJ – nivní půdy.....	56
Obrázek 15: Nivní půda - Machnín, Foto Jaroslav Nýdrle 2011.....	57
Obrázek 16: Nivní půda - Hodkovice nad Mohelkou, Foto Jaroslav Nýdrle 2011.....	58
Obrázek 17: Nivní půda - Hodkovice nad Mohelkou 2, Foto Jaroslav Nýdrle 2011.....	58

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Důležité informace o obcích, zdroj dat: <a href="http://www.czso.cz">www.czso.cz</a> .....	25
Tabulka 2: Geomorfologická regionalizace ORP Liberec, zdroj dat: Demek, J; 1987....	29
Tabulka 3: Klimatické charakteristiky ORP Liberec, Zdroj dat: Quitt, E; 1971.....	33
Tabulka 4: Nastavení vytvoření TIN v ArcMap, zdroj: nastavení nástroje v ArcGIS upravil Nýdrle, 2011.....	48

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

A001 – vrstva zastavěného území

A023 – vrstva VKP ze zákona (nivy, mokřady)

A041 – vrstva BPEJ

A047\_lin – vrstva vodních toků

A047\_plo – vrstva vodních ploch

A050 – vrstva záplavových území

A051 – aktivní zóna záplavových území

BPEJ – bonitovaná půdně ekologická jednotka

DIBAVOD – DIgitální BÁze VOdohospodářských Dat

DMR – digitální model reliéfu – DEM – Digital Elevation Model

ESVK – ekologicky významný segment krajiny

FAC – kumulace odtoku – flow accumulation

FDR – směr odtoku – flow direction

FIL – vrstva s vyplněnými bezodtokými depresiemi

FL – fluvizemě

GIS – geografický informační systém - Geographic Information System

GRID – pravidelná mřížka – rastrový model

HPJ – hlavní půdní jednotka

CHOPAV – chráněná oblast přirozené akumulace vod

KPP – komplexní průzkum půd

LIDAR – metoda laserového skenování – Light Detection and Ranging

MML – Magistrát města Liberec

NP – nivní půdy

ORP – obec s rozšířenou působností

PRTSC – „vyfocení“obrazovky - Print Screen

Q – 100 – záplavové území stoleté vody

TIN – nepravidelná trojúhelníková síť – triangulated irregular network – vektorový model

ÚAP – územně analytické podklady

ÚAP SO ORP – územně analytické podklady správního obvodu obce s rozšířenou působností

ÚSES – Územní systém ekologické stability

VKP – významný krajinný prvek

VÚMOP – Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd

VÚV T.G.M. – Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka

ZABAGED – Základní báze geografických dat České republiky

3D – trojrozměrný

# 1 Úvod

Zadavatelem práce je veřejná správa města Liberec (Magistrát města Liberec, Odbor stavební úřad, Oddělení územního plánování). Zaměstnanci Magistrátu města Liberec provedli vymezení údolních niv v zájmovém území pouze terénním průzkumem na základě znalosti krajiny. Jejich data byla poměrně málo podrobná a údolní nivy nebyly zmapovány na menších vodních tocích, proto zjistili potřebu vymezit údolní nivy přesnějším vědeckým způsobem a zadali téma bakalářské práce. Pro řešené území podrobnější data neexistovala.

Řešená odborná práce je zaměřena na aktuální problémy regionálního strategického plánování. Zabývá se návrhem a praktickým ověřením postupu vymezení údolních niv prostřednictvím prostorových analýz GIS. Vysoká polohová přesnost výsledných dat po hydrologických analýzách je zajištěna podrobností digitálního modelu reliéfu (musí mít kvalitní vstupní topologická data). Důležitá je také volba interpolačního algoritmu a následné odstranění bezodtokých depresí. Účelem práce je tedy vytvořit vrstvu údolních niv v ORP Liberec, která bude použitelná pro Magistrát města Liberec. Vytvořená metodika je použitelná pro další podobné práce. Vzniklá sada dat bude začleněna do územně plánovacích procesů v ORP Liberec, tedy v regionu s vysokým ohrožením povodněmi. Téma práce souvisí se zaměřením výzkumných aktivit katedry geografie, odběratelem výsledků je veřejná správa ORP Liberec (Magistrát města Liberec).

Důležité je si také vysvětlit, co jsou geografické informační systémy (GIS) a jakým způsobem se dají využít. Jsou to počítačové systémy, díky kterým můžeme pracovat s prostorovými daty a informacemi v digitální podobě. V GIS jsou data využívána v následující posloupnosti získávání, ukládání, analýza a vizualizace dat. Data musí mít prostorovou souvislost s povrchem Země. Cílem analýz je získat nové informace v prostorových souvislostech. Nedílnou součástí geografických informačních systémů je také tvorba map (vizualizace), čili tematická kartografie. GIS se stává v poslední době využívaným prostředkem v různých oborech a vědních disciplínách (zemědělství, archeologie, veřejná správa, energetika, ochrana přírody, krizové řízení, školství, vodohospodářství atd.)



Jaký význam má údolní niva pro člověka a proč ji tedy studovat a vymezovat? Obecně lze říci, že jsou údolní nivy velmi úrodné a proto jsou příhodné pro zemědělské využití. Bezesporu velkou nevýhodou hospodaření člověka na údolní nivě je přirozené riziko povodní, které ovšem paradoxně činí údolní nivu úrodnou. Lidé v minulosti logicky osídlovali oblasti údolních niv, protože byly na první pohled velmi příhodné pro život (plochá údolí s rychle dostupnou vodou a úrodnou půdou). V současné době moderních výzkumných technologií, bychom měli zamezit výstavbě v místech, kde se vyskytují údolní nivy a tím omezit riziko vlivu povodní na obydlí člověka. Nehledě na to, že údolní niva je ze zákona VKP (významný krajinný prvek) a mnohdy stanoviště rostlin a živočichů, tedy genofond krajiny. Údolní nivu můžeme také označit jako lokální biocentrum. Všechny definice ostatních vědních oborů defakto vycházejí z definice geomorfologické.

V dnešní době většina veřejnosti netuší, co termín údolní niva znamená. Tento fakt také potvrdil malý dotazníkový průzkum na kolejích Harcov. Z dvaceti dotázaných dokonce osmnáct lidí nevědělo, kam daný termín zařadit, mnozí ho slyšeli poprvé v životě. Dva lidé věděli, že se jedná o termín, který se nějakým způsobem týká říčního koryta.

## 2 Rešerše odborné literatury

Definice údolní nivy se v různých oborech liší. Jiným způsobem údolní nivu popisuje geolog, geomorfolog, hydrolog, nebo ekolog. Proto je důležité provést rešerši dostupné literatury a analyzovat různé pohledy na údolní nivu. T. H. Schmudde (1968) popisuje metody vymezení údolní nivy takto: „*Jakým způsobem definujeme údolní nivu, záleží na cíli, který máme na mysli. Jako topografická kategorie je údolní niva velmi plochá a je přilehlá k proudu říčního toku; geomorfologicky je to reliéf složený primárně z nezpevněných naplaveninových materiálů, které byly přemístěny vodním tokem; hydrologicky je definována jako reliéf, který je subjektem periodického zaplavování vodním tokem. Kombinace předcházejících charakteristik přináší základní kritéria pro definování údolní nivy (Schmudde, T. H.; 1968, s. 359).*“

Z geologického hlediska je údolní niva definována například v knize Physical geology. Autoři v ní popisují údolní nivu následovně: „*Jedná se o široký a rovinatý pás zemského povrchu, který vzniká sedimentací vodního toku po obou stranách říčního koryta. Během povodní může být zaplavena vodou, která sebou přináší bahno a naplaveniny. Po povodni zde zůstávají (sedimentují) horizontální naplaveniny (Plummer, C.; McGeary, D.; 2001, s. 212).*“ Některé údolní nivy jsou složeny téměř výhradně z horizontálních vrstev jemnozrnných sedimentů s občasným výskytem hrubozrnných sedimentů. V dalším typu údolních niv převažují meandry směřující po a proti hlavnímu směru toku řeky. V meandrech zůstávají sedimenty na vnitřní straně, dochází zde k postupnému překrývání sedimentů. Pořadí překrývání je dáno od hrubozrnných sedimentů, které jsou postupně překryty jemnějšími usazeninami.

Pokud dojde k povodni, dochází v údolní nivě ke zpomalení rychlosti toku řeky. Rychlost toku je snížena v důsledku tření, které vzniká mezi vodou a rozsáhlým povrchem údolní nivy. Náhlé snížení rychlosti toku vody vede k usazování sedimentů v blízkosti běžného řečiště. Série povodní tak může vytvořit tzv. Natural levees (v české literatuře uváděno jako agradační val), což jsou nízké hřbety usazenin po obou stranách koryta řeky, jejichž vertikální mocnost se ztenčuje kolmo ve směru říčního koryta (Obrázek 1). Nejblíže říčnímu korytu se ukládají hrubozrnnější sedimenty (štěrky), dále od řeky se ukládají jemnozrnné sedimenty (Plummer, C.; McGeary, D.; 2001).

Další geologické vymezení pojmu údolní niva popisují například autoři F. K. Lutgens a F. K. Tarbuck (2008) se ve své knize *Earth: An introduction to Physical Geology* zabývají údolní nivou z následujícího hlediska (*Lutgens, F. K.; Tarbuck, E. J.; 2008, s. 438*): „*V okamžiku, kdy proud řeky vyhloubí řečiště blíže její základní úrovni (nejnižší bod, do kterého řeka může téct – hladina moře), dochází ke snížení intenzity vertikální erozní aktivity. Následuje nová fáze, kdy koryto řeky dostává meandrovitý tvar a proud řeky směřuje více energie na strany řečiště. Důsledkem je rozšiřování údolí, kdy erozivní proud řeky odplavuje jednu a posléze druhou stranu břehu říčního koryta. Postupující postranní eroze dává postupně vzniknout širokému plochému údolí, které je pokryto sedimenty. Daný útvar se nazývá údolní niva (anglicky „flood plain“ - „povodňová rovina“).*“ Doslovný překlad z angličtiny „povodňová rovina“ je vhodnější než náš termín pro tento pojem, protože při rozlití řeky dochází k zaplavení údolní nivy. Pokud řeka vytváří postranní erozí údolní nivu, postupem, jak bylo popsáno výše, nazývá se erozivní údolní niva (erosional flood plain). Nicméně může dojít i ke vzniku sedimentační údolní nivy. Sedimentační údolní niva vzniká významnou změnou podmínek, jako je změna úrovně nadmořské výšky. Příkladem takovéto změny je kalifornské údolí Yosemite, které bylo vytvořeno glaciální erozí, kdy ledovec vyhloubil říční údolí o 300 metrů hlouběji. Poté, co ledovec roztál, došlo ke zvýšení úrovně údolí do původní výše vlivem usazení sedimentů (aluvium). Mezi hlavní znaky obou druhů údolních niv patří tvorba meandrů a říčních teras.

Podle F. K. Lutgense a F. K. Tarbucka (2008) běžně očekáváme meandrující řeku v široké údolní nivě. Ovšem některé řeky meandrují v úzkých strmých údolích. Původně se meandry vyvinuly na údolní nivě, kde byl proud řeky blízko hladině moře. V partiích říčního toku, kde byla vyšší nadmořská výška a strmější terén, docházelo k vertikální erozi říčního toku. Příčinu můžeme najít dvojí: 1. pokles hladiny moře nebo 2. se povrch, kterým řeka protékala, zvedl. Příkladem první možnosti jsou události v době ledové, kdy velká spousta vodní masy zmrzla na zemském povrchu, došlo tak k poklesu hladiny moře, což mělo za následek vertikální erozi způsobenou proudem řek tekoucích do moře. Daný jev skončil roztáním ledovců a zvýšením hladiny moře. Nárůst výšky povrchu země je zjevný v Kolorádské nížině na jihozápadě USA, kde se meandrující řeky přizpůsobily vertikální erozi nárůstu výšky oproti hladině moře. Pokud dojde k přizpůsobení řeky poklesem nadmořské výšky toku vertikální erozí, může dojít opět

ke vzniku údolní nivy ovšem s nižší nadmořskou výškou než niva původní. Zbytky původní údolní nivy mohou být někde patrné jako ploché reliéfy, které se nazývají terasy.

Dalším velmi podobným způsobem se na vymezení údolní nivy dívá geomorfolog. J. Demek a J. Zeman (1979) vymezují ve své knize Typy reliéfu Země údolní nivu jako určitý prostor, jenž se vyznačuje vysokou dynamikou říčních (fluviálních) procesů. Velmi často je ovlivněna antropogenní tedy lidskou činností (úpravy říčního koryta, zemědělství). *„Z geomorfologického hlediska lze údolní nivu definovat jako akumulární rovinu vyskytující se podél vodního toku, která je tvořena nekonsolidovanými sedimenty transportovanými a usazovanými tímto vodním tokem. Při povodních bývá celá nebo její větší část zaplavována“* (Demek, J.; Zeman, J.; 1979, s. 139). Údolní niva mívá zpravidla složitý mikoreliéf. V sedimentech údolní nivy lze určit několik facií, a to:

- a) korytovou facií** (tvořenou zpravidla hrubšími sedimenty – písek, štěrky)
- b) povodňovou facií** (tvořenou jemnými sedimenty a vznikající při povodních)
- c) facií břehových valů** (vznikající rovněž při povodních a tvořenou písčitémi sedimenty)
- d) facií mrtvých ramen** (tvořenou jemnými sedimenty s vysokým obsahem organických látek – tzv. hnilokaly)

Je velmi obtížné přesně určit hranice údolní nivy, protože je modelována velkým množstvím geomorfologických vlivů, které mohou stírat rozdíl mezi nivou a jejím okolím.

Obdobným způsobem definuje údolní nivu S. Horník v knize Základy fyzické geografie: *„Údolní niva se vyskytuje v oblasti údolí, které je za povodňových stavů zaplavováno (periodicky, může i trvale). Podél vodního toku se utváří tzv. akumulární rovina tvořená nezpevněnými sedimenty, která je označována jako údolní niva (Horník, S.; et al.; 1982, s. 176).“* Dále je charakterizován proces naplavování. Každá povodeň zanechá na jejím povrchu nové naplaveniny, díky tomuto procesu se údolní niva neustále zvyšuje. Vlastní říční koryto je při březích lemováno podélnými nízkými

inundačními valy. Vzhledem k tomu, že obecně množství vody v řece ve směru toku vlivem ústících přítoků stále stoupá, rozšiřuje se ve směru toku také šířka koryta a nivy (např.: Dunaj má pod Bratislavou šířku nivy na levém břehu 32 km). Řeky silně ukládající transportovaný materiál (např.: horské řeky) při vstupu do rovin, postupně zvyšují nánosy a břehy koryta, proto poté teče řeka ve zvýšeném korytě a sousedící niva leží pod ní. Například řeka Pád zvýšila od 15. století koryto místy až o 5 metrů (Horník, S.; et al.; 1982, s. 176).

Hydrologické definování údolní nivy popisuje R. W. Christopherson (2010) ve své knize *Elemental Geosystems* následujícím způsobem (Christopherson, R. W.; 2010, s. 380): „Údolní niva je plochá, nízko položená oblast podél vodního toku, charakteristické jsou pro ni opakované povodně. Vzniká v období, kdy se proud vody vylíje ze svého koryta. To znamená, že během povodně je údolní niva zaplavena. Po opadnutí vysoké vody sedimenty zakryjí ploché údolní dno.“ Stejně jako Plummer, C.; McGeary (2001) se zabývá tzv. agradačním valem (natural levees), který vzniká jako vedlejší produkt povodně. Při rozlití řeky ztrácí vylitá vodní masa rychlost, v důsledku toho dochází k usazování sedimentů po obou stranách vodního koryta. Sedimenty s větším objemem a hmotností se usazují nejbližší hlavního koryta řeky. Jemné jíly se usazují dále od řeky. Opakující se povodně přinášejí další nánosy, až dojde k situaci, kdy je agradační val vyšší než okolní údolní niva. Agradační val oddělí okolní údolní nivu od hlavního toku řeky, tak může vznikat tzv. bezodtoká deprese (backswamp), ve které mohou proudit drobné postranní přítoky (yazoo tributary).

V ekologické literatuře je definována údolní niva ve vztahu specifického prostředí údolní nivy k organismům. V publikaci *The central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system* definuje W. J. Junk (1997) údolní nivu takto: „Oblasti, které jsou periodicky zaplavovány vylitím vody z koryta řeky nebo z jezera, vlivem srážek nebo vlivem spodní vody, výsledné fyzikálně chemické prostředí způsobuje, že biota na něj reaguje morfologickou, anatomickou, fyziologickou, fenologickou, anebo etologickou adaptací a vytváří charakteristické komunitní struktury (Junk, W. J.; 1989, s. 461).“ Tato ekologická definice bere v úvahu fakt, že povodně mají specifický efekt na organismy, které reagují specifickou adaptací. To dále implikuje, že efekt povodní na



organismy je nezávislý na faktoru, který způsobuje povodně. Z toho důvodu můžeme nalézt podobnost mezi údolními nivami podél řek, vedle jezer a nádrží.

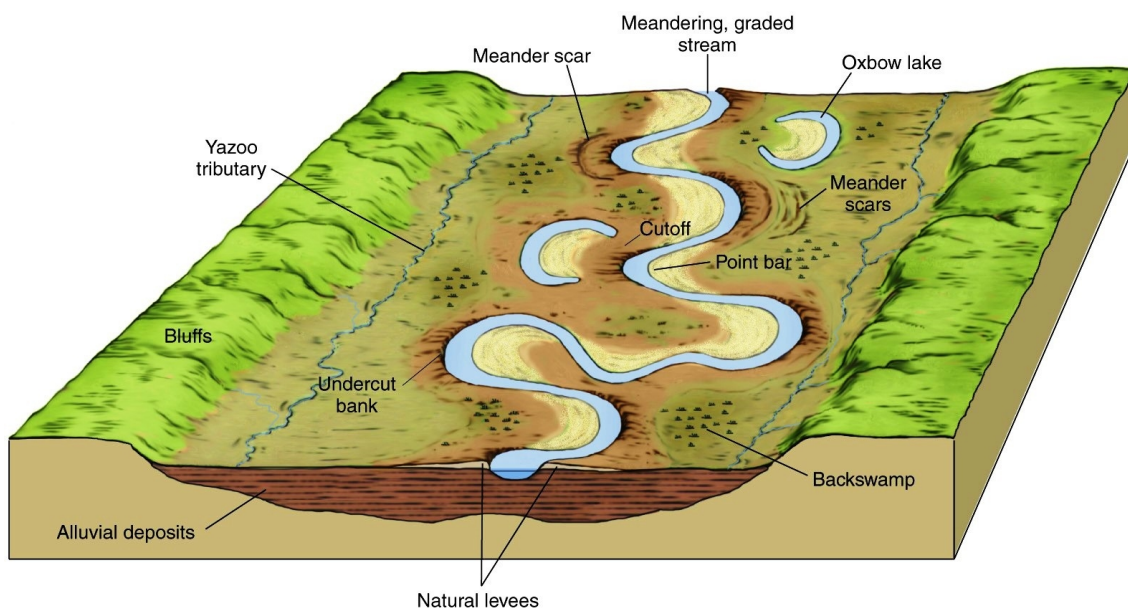
S. B. Marriott a J. Alexander (1999) se zmiňují o ekosystému údolní nivy v souvislosti se snížením rizika a škod povodní: „*Mnoho říčních systémů je navrženo tak aby snížily riziko povodní. To je cílem obnovy údolní nivy podél řeky Cosumnes v Kalifornii, USA. V tomto případě obnova topolových a dubových porostů vrací zpět změny způsobené vykácením stromů v okolí řeky. Zde autor projektu obnovy využil znalost ekologie údolní nivy, aby zlepšil protipovodňová opatření* (Susan, B; Marriott, J. A; 1999, s. 90).“

R. W. Christopherson (2010) zmiňuje přirozené riziko povodní v oblasti údolní nivy. Lidé i přes tuto reálnou hrozbu v údolních nivách staví své příbytky, protože oblast je blízko vody, nízko položená, a paradoxně díky povodním velmi úrodná. Vláda se snaží lidem pomáhat prostřednictvím výstavby protipovodňových valů, postavených na agradačním valu (natural levees), tím se zvýší kapacita toku, ovšem při protržení či přelití povodňových zábran jsou povodně ničivější než v případě, kdy je tok neregulován. Příkladem takto ničivých záplav je povodeň v New Orleans. Povodeň byla tehdy (srpen 2005) podpořena hurikánem Katrina, který zasáhl jižní státy USA. Ochranné hráze a ochranné prostředky v okolí řeky Mississippi neudržely řeku ve svém korytě. Následkem těchto katastrofických událostí bylo město, které leželo pod normální úrovní hladiny řeky (v terénní sníženině) zaplaveno.

Údolní nivy jsou velmi příhodné pro zemědělství, neboť každá povodeň přináší úrodné naplaveniny. Ovšem povodně, které přinášejí hrubozrnné sedimenty, nejsou pro zemědělství příhodné. Údolní niva je dynamický a složitý geosystém.

Obrázek 1 (Christopherson, R. W.; 2010, s. 383) názorně zobrazuje jednotlivé tvary utvářené dvěma hlavními činnostmi řeky v místě údolní nivy a to je erozivní činnost a sedimentační činnost. Příkladů jednotlivých útvarů jsou následující: *Flood plain* – údolní niva; *Bluffs* – svah údolí; *Yazoo tributary* – paralelní postranní vodní tok; *Alluvial deposits* – naplaveniny; *Undercut bank* – postranní strmý břeh meandru vzniklý erozivní činností vodního toku; *Meander scar* – mrtvé rameno meandru; *Meandering* – graded stream – meandrující řeka zpomalující proud; *Oxbow lake* – mrtvé rameno meandru vyplněné vodou; *Cutoff* – nové říční koryto vzniklé po odškrcení meandru; *Point bar* – vnitřní strana meandru, probíhá zde tzv. laterální akrece, což je postranní sedimentace, *Backswamp* – zamokřená deprese, ve které během povodně vznikají jezera; *Natural levees* – asymetrická vyvýšenina podél říčního koryta umístěná nad plochým povrchem údolní nivy. Stejným způsobem popisuje geomorfologické útvary utvářené vodním tokem v údolní nivě R. Charlton (2009) v knize *Fundamentals of Fluvial Geomorphology* (Charlton, R.; 2009, s. 135).

#### ÚDOLNÍ NIVA, CHRISTOPHERSON, 2010



Obrázek 1: Údolní niva, zdroj dat: (Christopherson, R. W.; 2010, s. 383)

Výše zmíněné definice se následně aplikují do zákonů. Jedna ze základních a nejdostupnějších definic údolní nivy je stanovena zákonem Ministerstva životního prostředí o ochraně přírody a krajiny (zákon č. 114/1992 Sb.). Zákon byl naposledy novelizován v roce 2009. Definice údolní nivy je popsána v zákonu takto: „Údolní niva je rovinné údolní dno, které je aktivované při povodňovém stavu vodního toku, tvoří ji

*písčité, štěrkovité, jílovité nebo hlinité naplaveniny, jejichž úložné poměry často vykazují nepravidelnosti způsobené větvením toku, vznikem ostrovů, meandrů, náplavových kuželů a delt, svahových sesuvů, sutí apod (zákon č. 114/1992 Sb.; §3).“*

Pojem údolní niva se zde objevuje v souvislosti s definováním kategorie ochrany přírody a krajiny významných krajinných prvků (dále VKP). Základní norma ochrany přírody a krajiny v ČR používá pojem údolní niva v souvislosti s nezbytností její ochrany před negativními vlivy lidské činnosti jako významného prvku krajiny se stanovištní funkcí. Významný krajinný prvek je v zákonu definován jako: *„Významný krajinný prvek jako ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotná část krajiny utváří její typický vzhled nebo přispívá k udržení její stability. Významnými krajinnými prvky jsou lesy, rašeliniště, vodní toky, rybníky, jezera, údolní nivy. Dále jsou jimi jiné části krajiny, které zaregistruje podle § 6 orgán ochrany přírody jako významný krajinný prvek, zejména mokřady, stepní trávníky, remízy, meze, trvalé travní plochy, naleziště nerostů a zkamenělin, umělé i přirozené skalní útvary, výchozy a odkryvy. Mohou jimi být i cenné plochy porostů sídelních útvarů včetně historických zahrad a parků. Zvláště chráněná část přírody je z této definice vyňata (zákon č. 114/1992 Sb.; §3).“*

Dále je dle mého názoru vhodné zmínit § 4 Základní povinnosti při obecné ochraně přírody (zákon č. 114/1992 Sb.; §4): *„Významné krajinné prvky jsou chráněny před poškozováním a ničením. Využívají se pouze tak, aby nebyla narušena jejich obnova a nedošlo k ohrožení nebo oslabení jejich stabilizační funkce. K zásahům, které by mohly vést k poškození nebo zničení významného krajinného prvku nebo ohrožení či oslabení jeho ekologicko-stabilizační funkce, si musí ten, kdo takové zásahy zamýšlí, opatřit závazné stanovisko orgánu ochrany přírody. Mezi takové zásahy patří zejména umisťování staveb, pozemkové úpravy, změny kultur pozemků, odvodňování pozemků, úpravy vodních toků a nádrží a těžba nerostů. Podrobnosti ochrany významných krajinných prvků stanoví ministerstvo životního prostředí obecně závazným právním předpisem.“* Je nutné podotknout, že definice údolní nivy ze zákona o ochraně přírody a krajiny je poněkud strohá a nepřesná. Exaktnější vyložení jsou stanoveny z odborné literatury v předcházejících odstavcích.

Ve vodním zákonu není přímo definován ani zmiňován termín údolní niva. Vodní zákon ovšem definuje jiný pojem úzce vázaný na definice údolní nivy a to pojem záplavové území. *„Záplavová území jsou administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Jejich rozsah je povinen stanovit na návrh správce vodního toku vodoprávní úřad. Vodoprávní úřad může uložit správci vodního toku povinnost zpracovat a předložit takový návrh v souladu s plány hlavních povodí a s plány oblastí povodí (zákon č. 254/2001 Sb.; §66).“*

P. B. Bedient (2008) popisuje v publikaci Hydrology and floodplain analysis jako nejpoužívanější prostředek pro vymezení údolních niv prostředí programů GIS: *„Nejpoužívanější nástroj při vymezení údolních niv je metoda prostorových analýz (spatial analysis). Nejprve je v softwaru GIS vytvořen digitální model reliéfu (DMR v angličtině DEM - digital elevation model). Jde o vytvoření 3D modelu reliéfu, tedy o 3D analýzu. Vytvoření Digitálního modelu reliéfu dává základ pro další hydrologické analýzy a také pro vymezení údolních niv. Při hydrologických analýzách se využívá především extenze Arc Hydro. Používanou metodou při vymezení údolních niv je také metoda překryvných analýz (Bedient, P. B., et al.; 2008, s. 468).“*

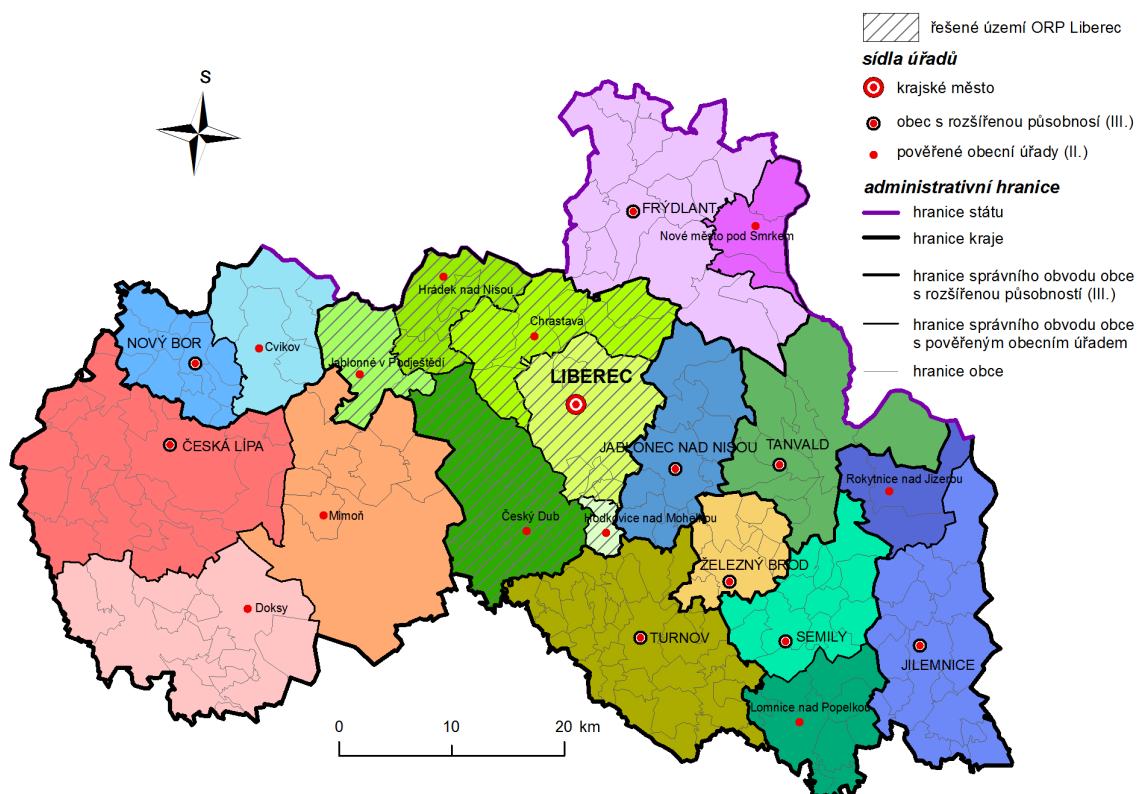
Podle P. Folgera (2010) se při mapování odtokových poměrů a vymezení údolních niv využívá metody laserového skenování (LIDAR z angl. Light Detection and Ranging). *„LIDAR patří k nejnovějším technologiím pro pořizování prostorových dat o území. Nachází své využití zejména při vytváření přesných digitálních modelů terénu a povrchu, je tedy základem pro hydrologické analýzy (Folger, P.; 2010, s. 15).“*

L. Zhilin popisuje technologii GIS jako používanou metodiku ve vodohospodářství. *„Metodologie vyvinuté pro prostorové povodňové studie mohou vizualizovat detailní hydrologické simulace a predikce. Predikcemi můžeme předejít přírodním katastrofám tedy povodním, výstavbou protipovodňových valů a dalších protipovodňových opatření. Při hydrologických analýzách lze využít například softwaru HEC – RAS. Nedílnou součástí vymezení údolních niv je terénní průzkum (Zhilin L.; 2004, s. 230).“*

### 3 Lokalizace a fyzickogeografické vymezení zkoumaného území ORP Liberec

Řešené území je vymezeno územně správní jednotkou správní obvod obce s rozšířenou působností (dále tedy ORP). ORP byly stanoveny vyhláškou Ministerstva vnitra č. 388/2002 Sb. a aktualizovány opět vyhláškou Ministerstva vnitra č. 388/2004 Sb. V těchto vyhláškách jsou obvody vymezeny tímto způsobem (vyhláška č. 388/2002 Sb., §18; vyhláška č. 388/2004 Sb., §18): „Obvody jsou vymezeny výčtem obcí, uvedených ve vyhlášce, respektují hranice krajů (v našem případě Liberecký kraj), nemusejí zatím respektovat území okresů.“ V Tabulce 1 je uveden výčet obcí ORP Liberec s rozlohou a počtem obyvatel.

#### LOKALIZACE ORP LIBEREC - ADMINISTRATIVNÍ ČLENĚNÍ LIBERECKÉHO KRAJE



Obrázek 2: Lokalizace ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroj dat: ArcČR 500 (ARCDATA PRAHA, s.r.o.)

ORP Liberec se nachází v České republice, konkrétně tedy v jádru Libereckého kraje. Na severu ORP se hranice shodují s hranicí kraje i se státní hranicí České republiky. Dotčenými sousedními státy s ORP Librec jsou Německo (Sasko) a Polsko. Sousedními ORP v rámci Libereckého kraje jsou na západní straně Nový Bor a Česká



Lípa, na východní straně Frýdlant, Jablonec nad Nisou a Turnov. Na jihu sousedí ORP Liberec s ORP Mnichovo Hradiště, které je součástí Středočeského kraje. Zde se tedy jedná opět o střet hranic krajských a hranic ORP. Pro názornost je připojena mapa (Obrázek 2), kde je vyznačeno řešené území.

*Tabulka 1: Důležité informace o obcích, zdroj dat:*

www.czso.cz

Důležité informace o obcích ORP		
Název obce	počet obyvatel	rozloha (ha)
Liberec	99102	10610
Dlouhý Most	561	444
Jeřmanice	308	437
Šimonovice	355	719
Stráž nad Nisou	1772	453
Hodkovice nad Mohelkou	2599	1350
Český Dub	2847	2257
Světlá pod Ještědem	790	1319
Proseč pod Ještědem	269	830
Bílá	803	2636
Všelibice	501	1843
Hlavice	229	827
Cetenov	111	605
Osečná	979	2806
Janův Důl	137	455
Křížany	652	2855
Zdislava	245	980
Jablonné v Podještědí	3690	5785
Janovice v Podještědí	84	634
Hrádek nad Nisou	7277	4854
Chotyně	836	904
Rynoltice	722	1771
Chrastava	5944	2746
Nová Ves	656	1234
Mníšek	1063	2544
Oldřichov v Hájích	454	1625
Kryštofovo údolí	200	1732
Bílý Kostel nad Nisou	771	2573
<b>Celkem ORP</b>	<b>139850</b>	<b>57828</b>

### 3.1 Geologie

#### Geologická stavba

Dle Kühna (2006) je geologická stavba zkoumaného území následující. Z hlediska spodní geologické stavby spadá oblast ORP Liberec do Českého masívu (= neklidné

srdce Evropy). Severovýchod ORP Liberec se nachází v oblasti tzv. Lugikum. Synonymum pro tento termín je Lugická oblast, nebo také Lužická oblast. Nejsevernější jednotka Českého masívu (Lugikum) zahrnuje největší plochou zastoupené Krkonošsko-jizerské krystalinikum a Českou křídovou tabuli. Pod Český masív spadá dále v této oblasti se vyskytující Česká křídová pánev. Český masív je tvořen spodní geologickou stavbou a dále pak svrchní geologickou stavbou (= epivariská platforma). Nejprve se vytvořila spodní geologická stavba, kterou následně ovlivnila orogeneze (= horotvorba) a vznikla svrchní geologická stavba. Pestrá geologická stavba je příčinou velké výškové členitosti řešeného území.

### **Geologický vývoj**

Volně podle Kühna (2006; s. 4-19) je v této části popsán geologický vývoj ORP Liberec. V prahorách (archaikum) se na území ORP Liberec utvářely nejstarší horniny. V tomto období byly časté dopady meteoritů, které přetvářely významným způsobem krajinu. Pro období starohor (proterozoikum) je charakteristická sopečná činnost a četné pohyby litosferických desek (vrásnění). „*Jedná se o období, které vrcholilo přibližně před 542 miliony let (Kühn, P.; 2006, s. 4).*“ Ve starohorách se utvářel lužický pluton do území ORP Liberec zasahuje jen malou částí (severní svah Jizerských hor – rozptýlené cínové a sirníkové zrudnění; severní svah Ještědského hřbetu – nízká rula).

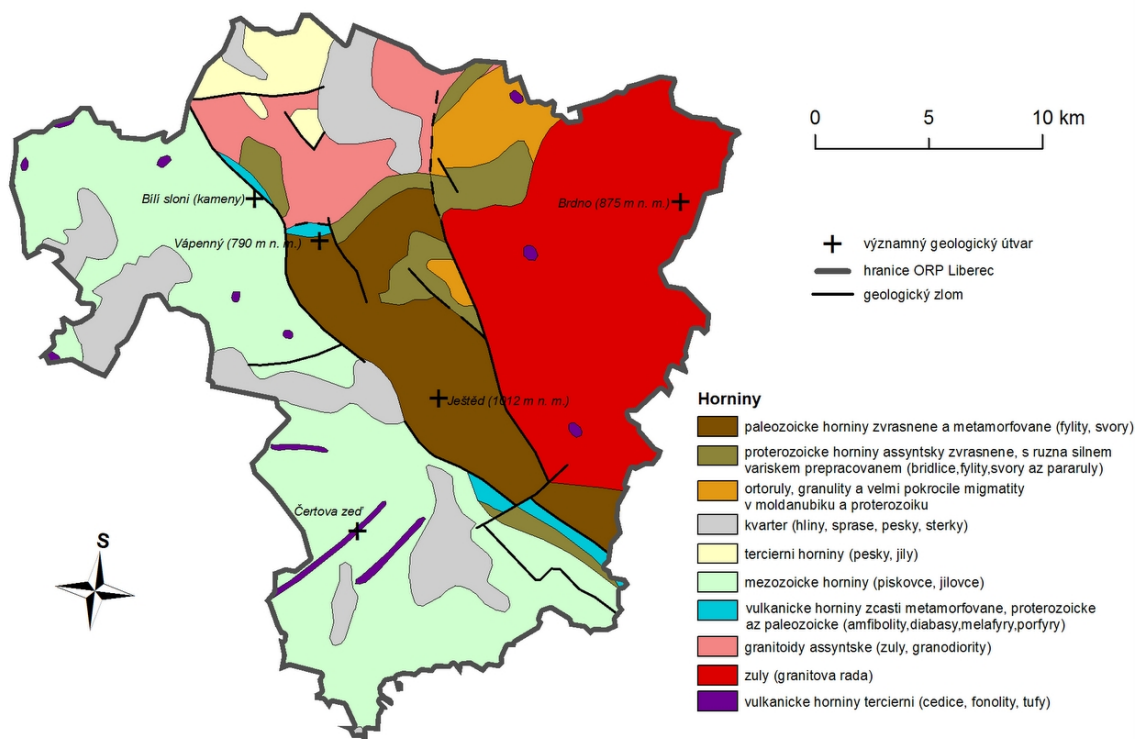
Následovaly prvohory. „*Tuto éru dělíme na kambrium, ordovik, silur, devon, karbon a perm (Kühn, P.; 2006, s. 6).*“ Sedimentovaly se zde jílovce, prachovce a pískovce. Ukládání hornin v mořích a sopečná činnost je typická pro období siluru a devonu. Konkrétně v siluru se utvářely horniny Ještědského hřbetu (silurské fylity a silicity). Klasickou lokalitou svrchního devonu je pak lom na Velkém Vápeném (vystupují zde vápence z rozhraní devon-karbon). Sopečná činnost doprovázená suchem dále přetrvává i do karbonu a permu, horniny se ukládají do jezerních pánví a bažin. Přibližně před 350 miliony let v karbonu a permu ovlivňovala území také orogenezní tvorba – variské (hercýnské) vrásnění (rozsáhlý žulový masív v Jizerských horách). Tehdy vznikaly metamorfované horniny.

„Druhohory (mezozoikum) se dále dělí na trias, juru a křidu (Kühn, P.; 2006, s. 11)“. Část České republiky, přesněji Český masív byl v triasu ostrovem - souší. V křídě zde bylo moře (rozsáhlý průliv na území České křídové pánve) a vznikala skalní města, pískovcové útvary a například také skalní útvar Bílí sloni, Hodkovické skály.

Procesy ústup křídového moře, obnova sopečné činnosti (saxonská tektonika) a ukládání hornin v pánvích jsou charakteristické pro třetihory (terciér, dále se dělicí na paleogén a neogén). „Pro Žitavskou pánev, která je v severní části ORP Liberec, jsou charakteristické čedičové výlevy (Kühn, P.; 2006, s. 16)“. Při jednom z mnoha třetihorních zemětřesení aktivovaných pravděpodobně sopečnou činností vznikla Čertova zeď (čedičový skalní útvar) u Osečné (Obrázek 3).

V současnosti se nacházíme v tzv. kvartéru, nebo-li čtvrtohorách (dále se dělí na holocén a pleistocén). „V mladších čtvrtohorách (pleistocénu) se velmi často střídalo chladné období (doby ledové - glaciály) a teplejší období (doby meziledové – interglaciály) (Kühn, P.; 2006, s. 19)“. Je důležité podotknout, že pevninský ledovec

## GEOLOGICKÁ MAPA ORP LIBEREC 2011



Obrázek 3: Geologická mapa ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: Geoportal CENIA, ArcČR 500

zasahoval v glaciálu do ORP Liberec a to přesněji do jeho severní části tedy Žitavské pánve (Hrádecko). Vznikají také četná rašeliniště v Jizerských horách a Krkonoších. V okolí Hrádku nad Nisou se podél řek sedimentují štěrkopísky (glaciofluvialní sediment – pozůstatek po ledovci obsahující úlomky hornin ze Skandinávie). Na Ještědu se díky mrazovému zvětrávání tvoří kamenná moře. Kvartér je klíčovým obdobím pro utváření říční sítě v oblasti ORP Liberec, docházelo k transportu materiálů ledovcového původu řekami a dnes je často nacházíme v říčních terasách i vysoko nad dnešní hladinou vodních toků. V dnešní době (holocén) člověk výrazným způsobem ovlivňuje krajinu a prostředí. Diskutovaným problémem je globální oteplování (Přijde doba ledová?). Geologický vývoj lokality je velmi pestrý s vysokým výskytem orogenezních procesů.

Kvartérní utváření hornin je hlavním faktorem pro složení a tvorbu půd. Je zde zvětralínový plášť diferencovaných hornin a také kvartérní sedimenty. Na území ORP Liberec jsou zastoupeny především spraše a sprašové hlíny, jenž se vyskytují v Žitavské pánvi a Podještědí. V říčních údolích nalezneme delofluviální a proluviální sedimenty. Na kopcích a svazích se vyskytují deluviální sedimenty (např.: hlinitokamenité, hlinitopísčité). Z geologické mapy (*Obrázek 3*) vyčteme jaké horniny se na území ORP Liberec nacházejí z hlediska spodní geologické stavby. Dále jsou v ní také zvýrazněny lokality, které jsou pro oblast z hlediska geologie významné.

### **3.2 Geomorfologie**

Reliéf ORP Liberec je velmi pestrý. Z hlediska geomorfologické regionalizace je území lokalizováno do provincie Česká vysočina (*Demek, J.; 1987*). Na území se nachází hranice dvou subprovincií: Krkonoško-jesenická subprovincie a Česká tabule. Ještědsko-kozákovský hřbet jakožto významný geomorfologický celek tyto dvě subprovincie odděluje. Ještědsko-kozákovský hřbet je vlastně pokračováním Lužických hor. Pro subprovincii Česká tabule jsou charakteristická pískovcová skalní města, ale také široká údolí řek, místy dokonce vrcholy třetihorních sopek. V *Tabulce 2* je popsána geomorfologická regionalizace až po okrsky.

Podle J. Demky je charakteristika geomorfologických podcelků řešeného území následující (*Demek, J.; 1987*). V jihozápadní části území ORP Liberec se vyskytuje

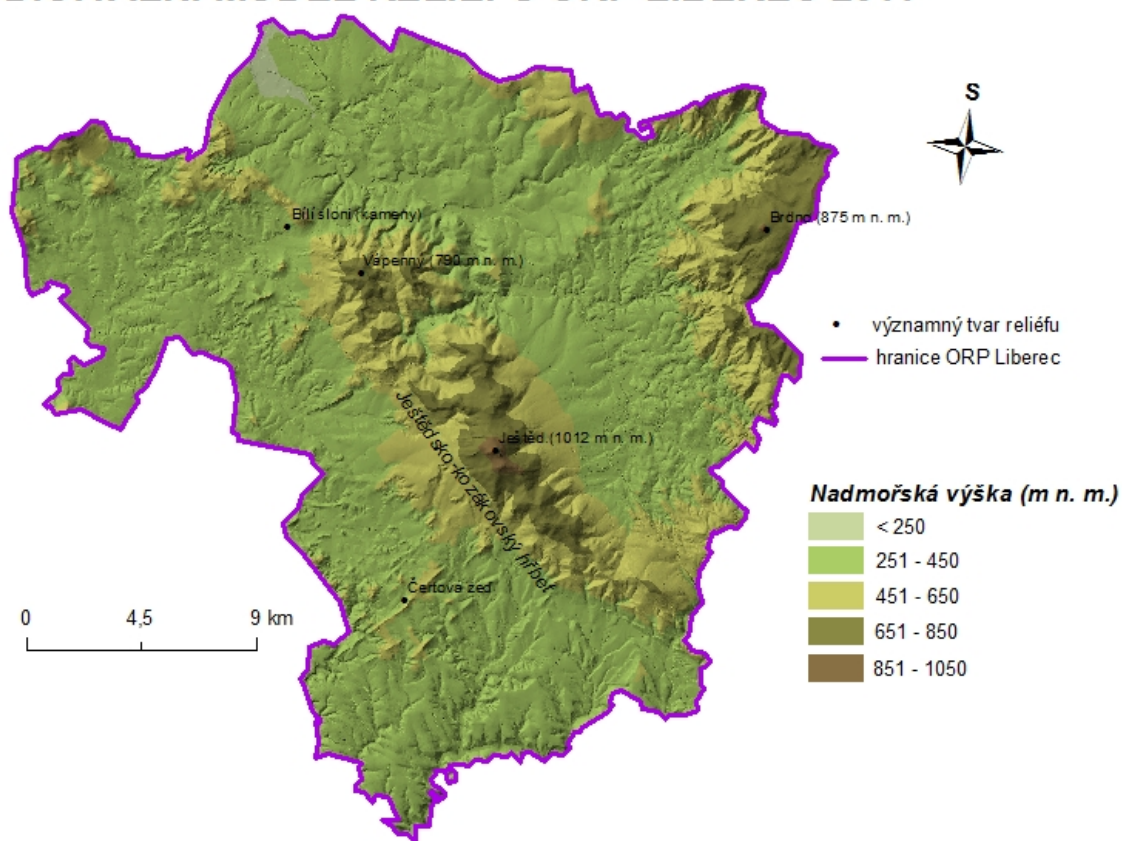
podcelek Zákupecká pahorkatina, pro kterou jsou charakteristické následující znaky. Jedná se o členitou pahorkatinu o rozloze 611 km<sup>2</sup>. Průměrný sklon svahů v oblasti činí 4°06'. V okrajových částech sehrály roli neotektonické orogenezní pochody. Reliéf je strukturně denudační a velmi pestrý. V okolí řek se nacházejí říční terasy. Nachází se

Tabulka 2: Geomorfologická regionalizace ORP Liberec, zdroj dat: Demek, J; 1987

GEOMORFOLOGICKÁ REGIONALIZACE ORP LIBEREC				
	oblast	celek	podcelek	okresek
Česká tabule	Severočeská tabule	Ralská pahorkatina	Zákupecká pahorkatina	Podještědská pahorkatina
				Cvikovská pahorkatina
				Strážská kotlina
				Kotelská vrchovina
Krkonoško-jesenická subprovincie	Krkonošská podsoustava	Jičínská pahorkatina	Trutnovská pahorkatina	Českobudská pahorkatina
				Hodkovicná kotlina
		Lužické hory	Lužický hřbet	Hvozдовský hřbet
				Kryštofov hřbety
		Ještědsko-kozákovský hřbet	Ještědský hřbet	Hlubocký hřbet
				Kopaninský hřbet
		Žitavská pánev	Hradecká pánev	Oldřichovská pánev
				Chrastavská kotlina
			Liberecká kotlina	Vratislavská kotlina
				Jablonecká kotlina
		Jizerské hory	Jizerská hornatina	Albrechtická vrchovina
				Oldřichovská vrchovina
				Soušská hornatina
				Tanvaldská vrchovina
				Maršovická vrchovina
		Krkonošské podhůří	Železnohorská vrchovina	Rychnovská kotlina

zde Čertova zeď (čedič). Sousedícím podcelkem Zákupecké pahorkatiny je Trutnovská pahorkatina. Je to opět členitá pahorkatina. Charakteristický pro ni je erozně denudační reliéf. Zákupecká pahorkatina a Trutnovská pahorkatina jsou součástí České tabule, kterou odděluje od Krkonoško-jesenické subprovincie Ještědsko-kozákovský hřbet. Ještědský hřbet je jeho podcelkem a vystihují ho následující informace: plochá hornatina 119 km<sup>2</sup>, střední nadmořská výška 546 m n. m., střední sklon 12°11'. Reliéf byl výrazně ovlivněn neotektonickými orogenezními pochody (vytvoření hrásti). Vliv zde sehrálo také pleistocénní mrazové zvětrávání (kamenná moře). Nejvyšším bodem Ještědského hřbetu a zároveň také celého ORP Liberec je Ještěd (1012 m n. m.). Pokračováním Ještědského hřbetu do severní části ORP Liberec je Lužický hřbet, který má rozlohu 99 km<sup>2</sup>. Střední nadmořská výška činí 520 m n. m.. Střední sklon svahu je 8°23'. Charakterem reliéfu se jedná o plochou hornatinu. Vliv opět sehrály neovulkanické orogenezní pochody. Nachází se zde také skalní města (Krkavčí skály,

## DIGITÁLNÍ MODEL RELIÉFU ORP LIBEREC 2011



Obrázek 4: Digitální model reliéfu, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, Geoportal CENIA, vrstvy od MML

Popova skála), která jsou tvořena křídovými pískovci. Hradecká pánev je tektonická sníženina mezi albrechtickým výběžkem Jizerské hornatiny a Ještědským a Lužickým hřbetem. Její rozloha činí 80 km<sup>2</sup>. Střední nadmořská výška je 331, 9 (m n. m.). Střední sklon svahu 4°38'. Je to pahorkatina s erozně denudačním reliéfem. V minulosti sem sahal pevninský ledovec, proto bylo území ovlivněno glaciálními pochody. Sníženina je místy narušena erozní činností Lužické Nisy (hluboké zářezy – Machnínská průrva). Sousedícím podcelkem je Liberecká kotlina, kde se lokalizuje největší město řešeného území Liberec. Charakteristiky: sníženina (mezi Jizerskou pahorkatinou a Ještědským hřbetem), rozloha 107 km<sup>2</sup>, střední nadmořská výška 424,1 (m n. m.), průměrný sklon svahu 4°45'. Východní část řešeného území tvoří Jizerská hornatina (plochá hornatina, rozloha 391 km<sup>2</sup>, střední nadmořská výška 695, 6 (m n. m.), střední sklon svahu 9°07'). Typické jsou údolní zářezy řek Jeřice a Černé Nisy. Můžeme zde vidět žulové balvany a skály na jižních svazích. Posledním podcelkem, který zasahuje do ORP Liberec velmi malou částí je Železnohorská pahorkatina (členitá vrchovina, rozloha 247 km<sup>2</sup>,

průměrná nadmořská výška 524 m n. m., střední sklon svahu 9°04'). Konkrétně jde o říční údolí řeky Mohelky (v tzv. Rychnovské kotlině).

Geomorfologická členitost a její taje a krásy předurčili území pro turistický ruch. Geomorfologické útvary jako údolí řek, vysoké hory, skály a jeskyně jsou bezesporu velkým lákadlem. Naopak hrozbu pro životní prostředí a turistický ruch představují ložiska uranu, která se nacházejí na území ORP Liberec. O pestrosti reliéfu se můžeme přesvědčit na obrázku (*Obrázek 4*).

### 3.3 Hydrologie

V řešeném území jsou dvě úmoří a to Severního moře (povodí Labe) a Baltského moře (povodí Odry) (*Vlček, V, et al.; 1984, s. 11*). Hranici povodí předurčil geologický vývoj, prochází tedy Lužickými horami, Ještědským hřbetem a Jizerskými horami. Území ORP Liberec se nachází na hlavním evropském rozvodí, které odděluje úmoří Baltského moře (povodí Odry) a Severního moře (povodí Labe). Je důležité říci, že Žitavská pánev společně s částí Jizerských hor jsou odvodňovány řekou Odrou (do Baltského moře). Úmoří Severního moře dále ještě odvodňuje (řekou Labe) oblast Podještědí. Řeka s jedním z největších průtoků v oblasti ORP Liberec je Lužická Nisa. Hlavními přítoky Lužické Nisy jsou Černá Nisa a Jeřice. Jižní partie řešeného území odvodňuje řeka Jizera, konkrétně tedy její přítok Mohelka. Ploučnice společně s přítoky Ještědským potokem a Panenským potokem odvodňují Podještědskou pahorkatinu. Na území ORP Liberec zasahují tato dvě povodí: Lužická Nisa č. 2-04-07; Jizera č. 1-05-01. Z chráněných oblastí přirozené akumulace vod (CHOPAV) na území zasahují Severočeská křída a Jizerské hory.

#### Charakteristiky významných vodních toků v rámci povodí (ORP Liberec)

V rámci povodí Odry odvádějí z území ORP vodu tyto řeky (*Vlček, V, et al.; 1984; s. 165, 88, 123*): **Lužická Nisa (2-04-07-001)** pramen nad Lučany nad Nisou, ústí zleva do Odry na území Polska, státní hranici překračuje u Hrádku n. N. ve výšce 235 m n. m.; plocha povodí je 375,3 km<sup>2</sup>, délka toku 55,1 km (území ČR), průměrný průtok u ústí 5,4 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>; **Černá Nisa (2-04-07-016)** – pramen východně od Olivetské hory ve výšce 820 m n. m., ústí zprava do Lužické Nisy ve Stráži n. N. ve výšce 330 m n. m.. Plocha

povodí je 27,0 km<sup>2</sup>, délka toku 14,2 km, průměrný průtok u ústí 0,57 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>; **Jeřice (2-04-07-024)** – pramení JV od vrcholu Poledník v Jizerských horách v nadm. výšce 815 m, ústí zprava do Lužické Nisy u Chrastavy ve 300 m n. m., plocha povodí je 77,8 km<sup>2</sup>, délka toku 19,4 km, průměrný průtok u ústí 1,03 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.“

Druhým povodím, které odvádí vodu z ORP Liberec je povodí Labe, pod které spadají řeky (Vlček, V, et al.; 1984; s. 123, 305, 218, 123, 213): **Ještědka (1-05-02-041)** – pramení 0,5 km jihozápadně od Světlé pod Ještědem ve výšce 518 m n. m., ústí zprava do Mohelky u Libíče ve 265 m n.m., plocha povodí je 43,6 km<sup>2</sup>, délka toku 11,7 km, průměrný průtok u ústí 0,50 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>; **Zábrdka (1-05-02-052)** – pramení 1,5 km jižně od Osečné ve výšce 391 m n. m., ústí zprava do Jizery u obce Kláštera Hradiště nad Jizerou ve 219 m n.m., plocha povodí je 71,3 km<sup>2</sup>, délka toku 23,9 km, průměrný průtok u ústí 0,46 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>; **Ploučnice (1-14-03-001)** – pramení na jihozápadním svahu Ještědu ve výšce 654 m n. m., ústí zprava do Labe v Děčíně ve 122 m n. m., plocha povodí je 1193,9 km<sup>2</sup>, délka toku 106,2 km, průměrný průtok u ústí 8,60 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, velké zdroje podzemní vody; **Ještědský potok (1-14-03-003)** – pramení na severozápadním svahu Ještědu ve výšce 798 m n. m., pravostranný přítok Ploučnice ve Stráži pod Ralskem ve 305 m n. m., plocha povodí je 48,9 km<sup>2</sup>, délka toku 18,4 km, průměrný průtok u ústí 0,46 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, **Panenský potok (1-14-03-015)** – pramení 0,5 km východně od Jitavy v západního úbočí Vápenného v cca 650 m n. m., v Mimoni ústí zprava do Ploučnice ve výšce 275 m n.m., plocha povodí je 133,2 km<sup>2</sup>, délka toku 28,8 km, průměrný průtok u ústí 1,10 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>.“

### **Charakteristika významných vodních nádrží v ORP Liberec**

**Harcov** – nádrž na Harcovském potoce na okraji Liberce, má tížní zděnou hráz vysokou 19 m, délka v koruně 157 m, vodní plocha měří 14 ha, maximální hloubka 13,1 m, stálý objem nádrže je 0,05 mil. m<sup>3</sup>, zásobní objem 0,35 mil m<sup>3</sup>, celkový objem 0,68 mil. m<sup>3</sup>, maximální hladina je ve výšce 373,4 m n. m., majoritní funkce hráze jsou: ochrana před povodněmi, akumulace vod pro průmysl a rekreace. Stavba byla dokončena v r. 1904 (Vlček, V, et al.; 1984; s. 104).

**Fojtka** – nádrž na potoku Fojtka, 6 km na sever od Liberce, zděná hráz 16 m vysoká, délka v koruně 146 m, vodní plocha měří 6,7 ha, maximální hloubka činí 10,6 m, stálý



objem nádrže je 0,025 mil. m<sup>3</sup>, zásobní objem mil 0,124 m<sup>3</sup>, celkový objem 0,323 mil. m<sup>3</sup>, maximální hladina dosahuje 393,0 m n. m., využití: kumulace vod pro průmysl, ochrana před velkými vodami, rybaření, rekreace. Stavba byla ukončena v r. 1906 (Vlček, V, et al.; 1984; s. 99).

**Mlýnice** – nádrž na Albrechtickém potoce, má tížní zděnou hráz vysokou 22 m, délka v koruně 159 m, maximální vodní plocha měří 5,2 ha, maximální hloubka 14,5 m, stálý objem nádrže je 0,02 mil. m<sup>3</sup>, zásobní objem mil 0,092 m<sup>3</sup>, celkový objem 0,27 mil. m<sup>3</sup>, maximální hladina ve výšce 393,9 m n. m., využití: ochrana před velkými vodami, rekreace a chov ryb (Vlček, V, et al.; 1984; s. 178).

### 3.4 Klimatologie

Klimatické charakteristiky (teplota vzduchu, tlak, synoptická situace, úhrn srážek, výška sněhové pokrývky atd.) sledují v ORP Liberec především tyto klimatologické stanice: Jablonné v Podještědí, Český Dub a Liberec. Stav těchto charakteristik se pozoruje dlouhodobě, tyto charakteristiky můžeme popsat jednotně jako dlouhodobý stav atmosféry. Úhrn srážek je výrazně diferencován od severu k jihu. Opět zde

Tabulka 3: Klimatické charakteristiky ORP Liberec, Zdroj dat: Quitt, E; 1971

Klimatické charakteristiky	CH 7	T2	MT1	MT2	MT4	MT7
Počet letních dnů	10 – 30	50 – 60	20 – 30	20 – 30	20 – 30	30– 40
Dny s teplotou vyšší než 10°C	120 – 140	160 – 170	140 – 160	140 – 160	140 – 160	140 – 160
Počet mrazových dnů	140 – 160	100 – 110	120 – 130	110 – 130	110 – 130	110 – 130
Počet ledových dnů	50 – 60	30 – 40	40 – 50	40 – 50	40 – 50	40 – 50
Průměrná teplota ledna (°C)	-3 až -4	-2 až -3	-2 až -3	-3 až -4	-3 až -4	-2 až -3
Průměrná teplota července (°C)	15 až 16	18 až 19	17 až 18	16 až 17	16 až 17	16 až 17
srážkový úhm za vegetační období (mm)	500 – 600	300 – 350	450 – 500	450 – 500	350 – 450	400 – 450
srážkový úhm za zimní období (mm)	350 – 400	200 – 300	250 – 300	250 – 300	250 – 300	250 – 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	100 – 120	40 – 50	90 – 110	80 – 100	60– 80	60 – 80

významnou roli hraje Ještědsko-kozákovský hřbet, který usměrňuje větrné proudění. Severní oblasti ORP jsou z hlediska srážkového úhrnu bohatší než části jižní. Například tedy v Podještědí jsou srážkové úhrny nižší. Průměrná hodnota ročních srážek v České republice činí přibližně 500 mm, oproti tomu hodnota v ORP Liberec je okolo 1000 mm, což je zhruba dvojnásobek. Průměrná roční teplota v území ORP je přibližně mezi 4 a 8°C. Srážkový stín, který tvoří Jizerské hory a Lužické hory společně s Ještědským hřbetem, má významný vliv na jižní části ORP. Srážkové úhrny v jižních partiích ORP mají naopak nižší hodnotu než (440 mm) průměr České republiky.

Nejvyšší hodnota srážek na území ORP Liberec je v Jizerských horách a to větší než 1600 mm ročně. Nejvyšší průměrné naměřené rychlosti větru jsou logicky z Ještědského hřbetu ( $>4,7$  m/s). Typickým úkazem v řešeném území jsou teplotní inverze (Liberecká kotlina). Oproti srážkovým a povětrnostním průměrům je naopak pod průměrem České republiky sluneční svit, což je logické. Vzhledem k vysokým nadmořským výškám Lužických a Jizerských hor se v těchto oblastech vyskytuje v zimních měsících poměrně vysoká a dlouhodobá vrstva sněhové pokrývky. Evžen Quitt vymezil ve své knize Klimatické oblasti Československa (Quitt, E; 1971). V Tabulce 3 jsou popsány klimatické oblasti, které zasahují na území ORP Liberec.

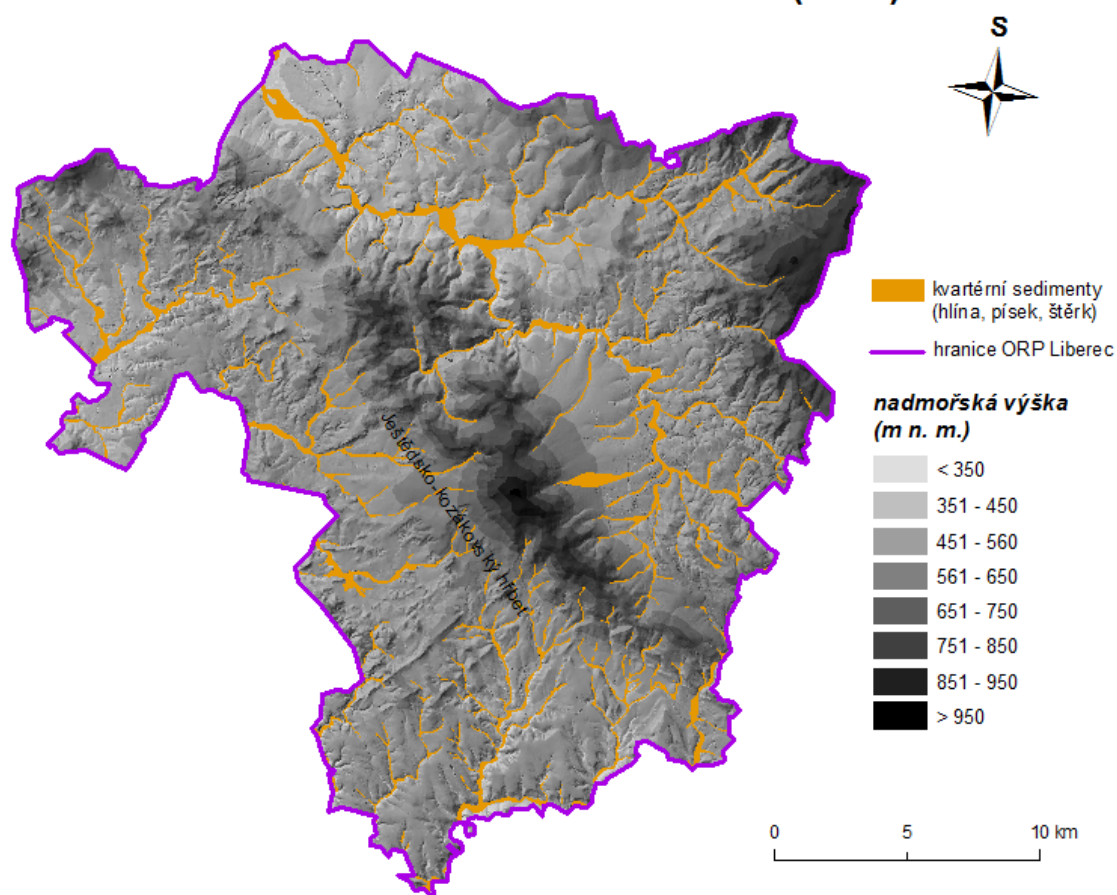
### **3.5 Shrnutí fyzickogeografického vymezení z hlediska údolních niv**

Fyzickogeografické charakteristiky ORP Liberec poukazují na fakt, že se zde údolní nivy nebudou vyskytovat ve velké míře. Konkrétně geologický vývoj řešeného území ORP Liberec je poměrně mladý, údolní nivy se tedy neměly možnost v území s geomorfologickými procesy a erozní činností vody vyvinout. Je zde patrná výrazná geomorfologická pestrost. S tím koresponduje také skutečnost, že má území převážně charakter pahorkatiny. Území ORP Liberec je navíc vysokou mírou ovlivněno antropogenní činností, díky tomu je výskyt původních přirozených údolních niv výrazným způsobem redukován. Zachované údolní nivy v rámci ČR se vyskytují zřídka (např.: střední tok Lužnice, Moravy, Orlice).

## 4 Vymezení údolní nivy

Na základě rešerše odborné literatury lze stanovit několik faktorů, kterými lze vymezit údolní nivu. Jedná se o tyto faktory: horninové podloží, tvar reliéfu, půdy, vegetační kryt, záplavová území. Kombinací těchto faktorů získáme nejpřesněji území, ve kterém se údolní niva nachází. V ideálním stavu je vhodné před stanovením hranic údolních niv využít možnosti terénního průzkumu a ověřit získaná data, následně je vhodným způsobem upravit. Hlavní faktory údolní nivy vymezující zobrazuje *Obrázek 6* na konci kapitoly.

### KVARTÉRNÍ SEDIMENTY V ORP LIBEREC (2011)



*Obrázek 5: Kvartérní sedimenty ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: Geoportal CENIA, Česká geologická služba, ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500*

## 4.1 Horninové podloží

Geologická část definice podle Demka (1979) z knihy Typy reliéfu Země zní: „Údolní niva je tvořena nekonsolidovanými sedimenty transportovanými a usazovanými tímto vodním tokem (Demek, J.; Zeman, J.; 1979, s. 139).“ V knize autoři (Demek, J.; Zeman, J.; 1979, s. 139) popisují jednotlivé facie vodního toku v údolní nivě (viz Kapitola 1), kde charakterizují horizontální hierarchii dle zrnitosti sedimentů. Hrubozrnné sedimenty jsou soustředěny v korytě nebo blízko koryta řeky. Směrem od koryta řeky jsou soustředěny sedimenty jemnozrnnější. Obdobným způsobem je geologický faktor údolní nivy definován autory v knize Základy fyzické geografie (Horník a kol. 1982, s. 176): „Údolní niva je tvořená nezpevněnými sedimenty.“ V publikacích Earth: An introduction to Physical Geology (Plummer, C.; McGeary, D.; 2001, s. 212) a Physical geology (Lutgens, F. K.; Tarbuck, E.J.; 2008, s. 438) je opět autory popsán proces sedimentace fluvialních sedimentů a vznik akumulární roviny podél vodního toku v údolní nivě.

Dle definic je patrné, že geologickým faktorem údolní nivy jsou hrubozrnné a jemnozrnné fluvialní sedimenty (kvartérní sedimenty – hlína, písek, štěrk). Hrubozrnnější sedimenty jsou soustředěny v jádru údolí a jemnozrnnější dále od koryta řeky, čili po stranách údolí. Předpokládané území, kde se budou vyskytovat údolní nivy dle geologického faktoru v rámci ORP Liberec, je vyznačeno na obrázku (Obrázek 5).

## 4.2 Tvary reliéfu

Geomorfologie vymezuje údolní nivu na základě tvarů reliéfu. V publikaci Typy reliéfu Země je definována údolní niva takto (Demek, J.; Zeman, J.; 1979, s. 140): „Z geomorfologického hlediska lze údolní nivu definovat jako akumulární rovinu vyskytující se podél vodního toku.“ Stejným způsobem je geomorfologicky definována údolní niva v publikaci Základy fyzické geografie (Horník a kol. 1982, s. 176). Zahraniční publikace se opět zabývají stejným geomorfologickým faktorem údolní nivy, tedy plochou akumulární rovinou, někdy ji ovšem definují jinými odbornými termíny. Například: „Údolní niva je široký a rovinatý pás zemského povrchu (Plummer, C.; McGeary, D.; 2001, s. 212).“; „Postupující postranní eroze dává postupně vzniknout širokému plochému údolí. Daný útvar se nazývá údolní niva (Lutgens, F. K.; Tarbuck,

*E.J.; 2008, s. 438).* “; „*Údolní niva je plochá, nízkopoložená oblast podél vodního toku (Christopherson, R. W.; 2010, s. 380).*“ *Obrázek 1* popisuje jednotlivé geomorfologické tvary, které jsou charakteristické pro údolní nivy a proto jsou také určujícím faktorem údolní nivy. Podle *Christophersona (2010, s. 383)* mezi ně patří: „*Bluffs* – svah údolí; *Yazoo tributary* – paralelní postranní vodní tok; *Alluvial deposits* – naplaveniny; *Undercut bank* – postranní strmý břeh meandru vzniklý erozivní činností vodního toku; *Meander scar* – mrtvé rameno meandru; *Meandering – graded stream* – meandrující řeka zpomalující proud; *Oxbow lake* – mrtvé rameno meandru vyplněné vodou; *Cutoff* – nové říční koryto vzniklé po odškrcení meandru; *Point bar* – vnitřní strana meandru, probíhá zde tzv. laterální akrece, což je postranní sedimentace, *Backswamp* – zamokřená deprese, ve které během povodně vznikají jezera; *Natural levees* – asymetrická vyvýšenina podél říčního koryta umístěná nad plochým povrchem údolní nivy.“

Geomorfologickým faktorem vymezujícím údolní nivy je tedy především plochá akumulární rovina podél vodního toku, která je zaplavována vodou. Doplňujícími faktory jsou geomorfologické tvary, které vznikají dvěma procesy, erozí a sedimentací, hlavní z těchto tvarů zobrazuje *Obrázek 1*. Území ORP Liberec je geomorfologicky velmi členité. Údolní niva se nedá předpokládat v oblastech s vyšší nadmořskou výškou (Ještědsko-kozákovský hřbet, zasahující část Jizerských hor), naopak pravděpodobnější výskyt bude v rovinatých oblastech s nižší nadmořskou výškou (Liberecká kotlina, Žitavská pánev, zasahující části Ralské a Jičínské pahorkatiny).

### **4.3 Půdy**

Dalším faktorem údolní nivy určující jsou podle Komplexního průzkumu půd (KPP) nivní půdy (NP). „*Nivní půdy se vyskytují a vyvíjejí na občasně zaplavovaných stanovištích v blízkosti vodních toků. Dělí se na karbonátové a bezkarbonátové – silikátové (Němeček, J; Tomášek, M; 1983, s. 19).*“ V dnešním Taxonomickém klasifikačním systému půd ČR (*Němeček a kol.; 2001*) najdeme nivní půdy pod synonymem fluvizemě (FL). Při tom všem je ovšem nutné sledovat současné využití (land use) míst, kde se nivní půdy nacházejí, protože údolní nivu nelze vymezit v zastavěných oblastech.

Volně podle J. Němečka – publikace *Geografie půd ČSR (Němeček, J.; Tomášek, M.; 1983)*. Vývoj mapování půd na území ČR (respektive v minulosti ČSSR) byl v období první republiky spojen se jmény Kopecký, Novák, Spirhanzl atd. Na základě vládního usnesení č. 11 z roku 1961 začal Komplexní průzkum půd. Ministerstvo zemědělství, vodního a lesního hospodářství vydalo vyhlášku č. 47/1961, jenž určovala účel tohoto průzkumu. Celý průzkum byl rozplánován na 10 let. Při průzkumu bylo vykopáno dokonce přes 700 000 kopaných sond, bylo také provedeno přes 2 miliony rozborů půdních vzorků. Úplného zmapování území ČSSR tedy i ČR bylo dosaženo na konci roku 1970 (prostřednictvím Komplexního průzkumu půd – 1:10000). Často se uvádí zkratka KPP (komplexní průzkum půd). Pro klasifikaci půd byla použita Geneticko-agronomická klasifikace půd.

#### **4.4 Vegetační kryt**

V oblastech, kde se vyskytuje údolní niva je často vysoká hladina podzemních vod spojená s periodickými záplavami, což je patrné z definice údolní nivy: „*Údolní niva se vyznačuje svéráznou vegetací, ovlivňovanou jednak zátopami za povodní, jednak vysokou polohou hladiny podzemní vody (Demek, J.; Zeman, J.; 1979).*“

Faktorem určujícím údolní nivy na základě vegetačního krytu je tedy vegetace, která je vázána na vodu. Dle Katalogu biotopů České republiky (*Chytrý a kol.; 2001*) mezi vegetaci údolních niv patří například tyto rostliny: „*štěrkové náplavy s židovínkem německým – Myricaria germanica; štěrkové náplavy s třtinou pobřežní – Calamagrostis pseudophragmites; devětsilové lemy horských potoků – Petasitetum hybridi; bahnité říční náplavy – Bidenton tripartitae; vegetace bažinných bylin na nezpevněných sedimentech – Carici-Rumicion hydrolapathi; brakické rákosiny a ostricové porosty – Scirpion maritimi atd.*“

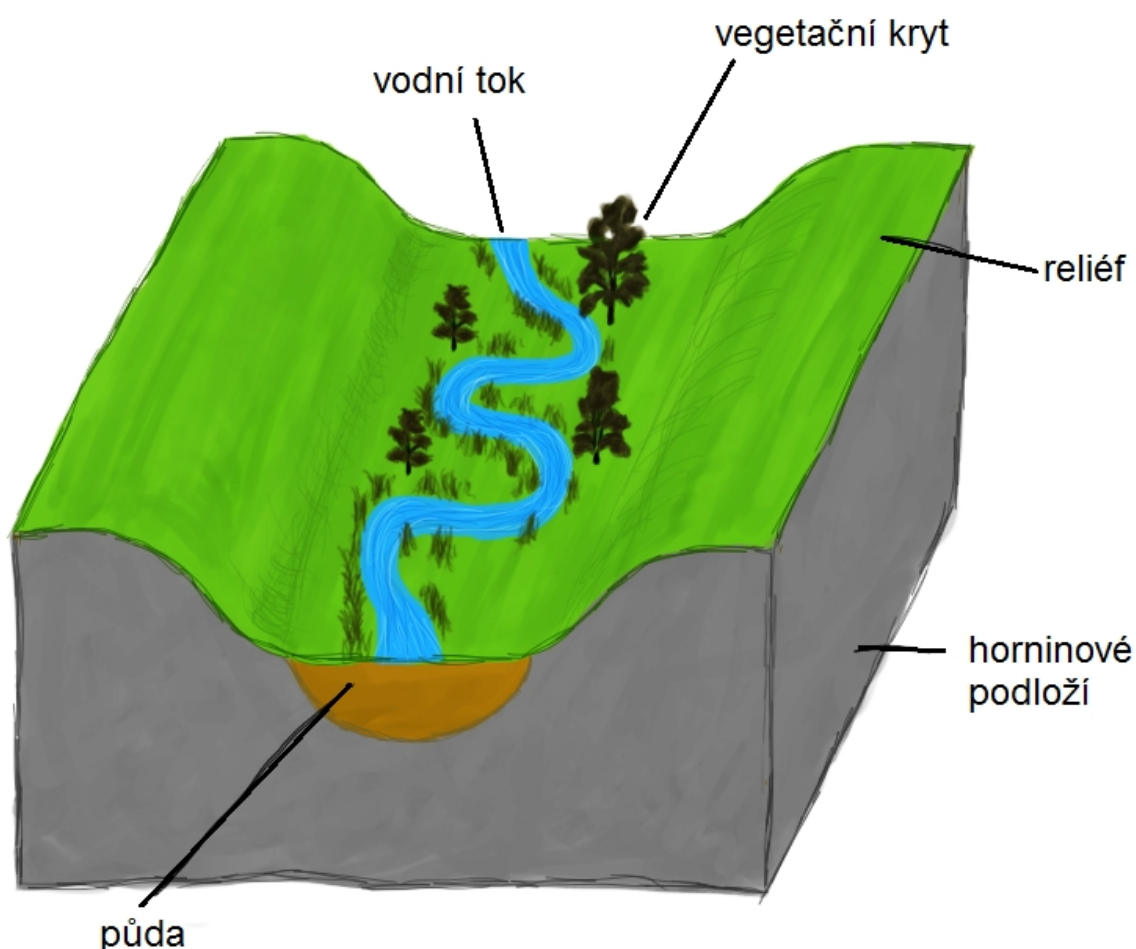
#### **4.5 Záplavová území**

Ve všech definicích údolní nivy se objevuje tvrzení, že se jedná o oblast, která je periodicky zaplavována vodou. Například: „*Pro údolní nivu jsou charakteristické opakované povodně (Christopherson, R. W.; 2010, s. 380).*“

Faktorem určujícím údolní nivy z hlediska záplavových území je tedy vrcholný stav povodňové aktivity, který ovšem samozřejmě nevymeží údolní nivu přesně. K dispozici jsou pro řešené území data stoleté vody. Záplavové území stoleté vody ( $Q - 100$ ) určuje VÚV T.G.M. (Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka). Návrhová záplavová čára návrhové povodně s periodicitou 100 (výskyt povodně, který je dosažen nebo překročen průměrně jedenkrát za 100 let), která se odvozuje z nejvyšší hladiny vody v jednotlivých profilech vodního toku při návrhové povodni, přičemž její nadmořské výšky jsou stanoveny hydraulickým výpočtem (dle vyhlášky MŽP podle § 66 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb.).

Přesné znění definice záplavového území dle vodního zákona zní: „Záplavová území jsou administrativně určená území, která mohou být při výskytu přirozené povodně zaplavena vodou. Jejich rozsah je povinen stanovit na návrh správce vodního

## FAKTORY VYMEZUJÍCÍ ÚDOLNÍ NIVU (2011)



Obrázek 6: Vymezení údolní nivy, Jaroslav Nýdrle, 2011

*toku vodoprávní úřad. Vodoprávní úřad může uložit správci vodního toku povinnost zpracovat a předložit takový návrh v souladu s plány hlavních povodí a s plány oblastí povodí (zákon č. 254/2001 Sb.; §66).“*



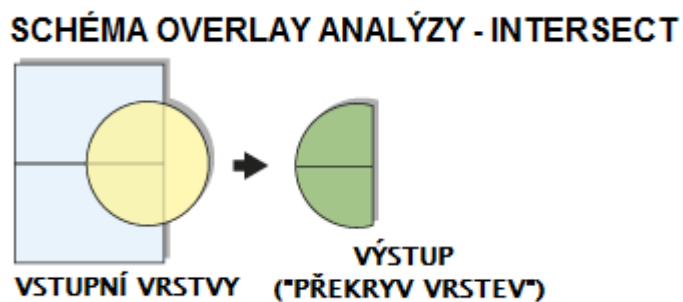
## 5 Metody vymezení údolní nivy

V předcházejícím odstavci je uvedeno, že ideální způsob vymezení údolních niv je využití všech faktorů, které údolní nivu určují. Mnohdy ovšem nelze všechny faktory využít, protože nejsou vždy dostupná kvalitní vektorová data daného faktoru. Proto je ideální vždy analyzovat dostupná data pro řešené území a pokusit se jich získat co největší množství. Popřípadě využít faktor určující údolní nivu, který je v detailnějším měřítku.

V současné době je hlavním prostředkem pro zpracování a analýzu faktorů určujících údolní nivu využití GIS. V úvodu bakalářské práce je zmíněna podstata a hlavní využití těchto geografických informačních systémů. Metody vymezení údolní nivy jsou vždy založeny na využití GIS. Což také potvrzuje P. B. Bedient (2008) ve své publikaci: *„Nejpoužívanější nástroj při vymezování údolních niv je metoda prostorových analýz (spatial analysis). Nejprve je v softwaru GIS vytvořen digitální model reliéfu (DMR v angličtině DEM - digital elevation model). Jde o vytvoření 3D modelu reliéfu, tedy o 3D analýzu. Vytvoření Digitálního modelu reliéfu dává základ pro další hydrologické analýzy a také pro vymezování údolních niv. Při hydrologických analýzách se využívá především extenze Arc Hydro. Používanou metodou při vymezování údolních niv je také metoda překryvných analýz (Bedient, P. B., et al.; 2008, s. 468).“* Především se využívají tyto metody a extenze (*Web-based Help [online]. 2008*):

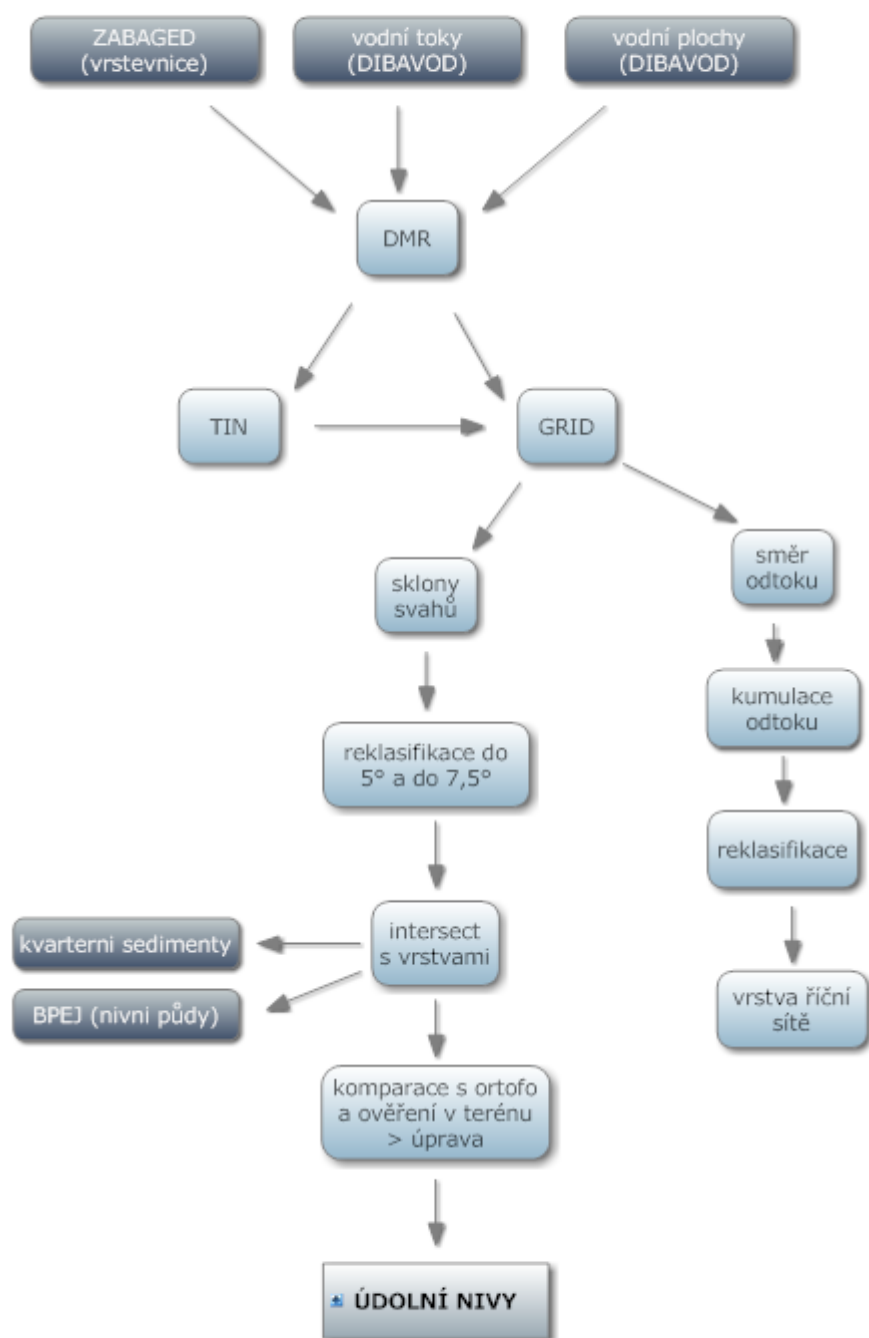
- **3D Analyst** – 3D analýza pro vytvoření digitálního modelu reliéfu (DMR)
- **ArcHydro Tools 9** – hydrologické analýzy pro výpočet směru odtoku > akumulace odtoku > říční síť
- **Spatial analyst** – prostorová analýza, výpočet sklonu svahu reliéfu funkcí Slope > reklasifikace (do 5° a do 7,5°)
- **Overlay analyst** – překryvná analýza (*Obrázek 7*); využití funkce intersect > překrytí vrstev sklonu svahu (do 5° a do 7,5°), kvartérní sedimenty (hlína, písek, štěrk) a BPEJ (nivní půdy)

Při společné konzultaci profesora Hilberta, doktora Šmídy a autora byla určena na základě dostupných dat metodika vymezení údolních niv na území ORP Liberec. Pokusili jsme se také využít mapování biotopů (*MŽP: AOPK, 2006*), struktura těchto dat ovšem nebyla použitelná pro naše analýzy. Podrobný postup je uveden v následující kapitole. Schématické znázornění představuje *Obrázek 8*.



*Obrázek 7: Overlay analýza, zdroj dat: upravený PRTSC z ArcMap*

## SCHÉMA METODY VYMEZENÍ ÚDOLNÍCH NIV



Obrázek 8: Schéma metody vymezení údolních niv, Jaroslav Nýdrle, 2011

## 6 Vymezení údolní nivy pomocí DMR v GIS

Vymezení údolní nivy je velmi složitý proces. Určení území, kde se údolní niva vyskytuje pomocí jednoho faktoru, je poměrně nepřesné. V následující analýze tedy vymezím údolní nivu kombinací několika faktorů, díky čemuž budou minimalizovány chyby z předchozích výpočtů. Prvním krokem v naší analýze je tvorba DMR (digitální model reliéfu).

### 6.1 Cíle práce

Nejprve si přiblížíme definici digitálního modelu reliéfu (anglicky se používá Digital Elevation Model) dle stránek Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického ve Zdíbech:

- „Digitální model reliéfu je digitální reprezentace zemského povrchu v paměti počítače, složená z dat a interpolačního algoritmu, který umožňuje mj. odvozovat výšky mezilehlých bodů.“

#### Cíle práce:

- Při tvorbě digitálního modelu reliéfu (DMR) máme nejprve neuspořádanou množinu dat. Naším hlavním cílem je při modelování tuto datovou množinu uspořádat a vytvořit mezi daty topologické vztahy. Následně vytvořit digitální model reliéfu (DMR) ve formátech TIN (triangulated irregular network – nepravidelná trojúhelníková síť, vektorový model) a GRID (rastrový model)
- analyzovat DMR v oblasti ORP Liberec
- vypočítat síť předpokládaného povrchového odtoku vody
- segregace vrstvy odtokové sítě (vyčlenění vrstvy říční síť vypočítané z DMR)
- vypočítání mapy sklonů reliéfu a následná reklasifikace na roviny ( $< 5^\circ$ ;  $5^\circ - 7,5^\circ$ )
- vymezení údolních niv v ORP Liberec – intersect vrstev: roviny ( $< 5^\circ$ ;  $5^\circ - 7,5^\circ$ ), kvartérní sedimenty a nivní půdy

## 6.2 Metody práce

V této kapitole se seznámíme s geoinformatickými metodami (nebo funkcemi), které byly využity při tvorbě zadaného úkolu. Jednalo se především o tyto (*Web-based Help [online]. 2008*): Select Features, Export Data, Merge, vytvoření shapefile vrstvy v ArcCatalogu, 3D Analyst, Fill Sinks, Flow Direction, Flow Accumulation, Raster Calculator (Spatial Analyst).

- **Select Features** – výběr požadovaného objektu pomocí myši
- **Export Data** – převod například vybraných (Selected Features) objektů (dat) do nové vrstvy
- **Merge** – operace Merge provede spojení dvou nebo více sousedních vrstev (bodové, polygonové, plošné) do jedné výsledné vrstvy
- **vytvoření shapefile vrstvy v ArcCatalogu** - New > Shapefile > Name: KOTY > Feature Type: Point > Edit > Select > Projected Coordinate Systems > National Grids > S-JTSK Krovak EastNorth.prj.
- **3D Analyst** – 3D analýza díky níž dokážeme vytvořit DMR, ve formátech GRID a TIN, následně můžeme vzniklý model zpřesňovat (dodání dalších informací – kóty)
- **Fill Sinks** – operace, která odstraní z DMR bezodtoké oblasti „sinks“
- **Flow Direction** – operace vytvoří vrstvu, která bude znázorňovat směr odtoku
- **Flow Accumulation** – nástroj nám umožní vytvořit vrstvu povrchové akumulace vod (tedy místa, kde se budou soustřeďovat vodní toky)
- **Raster Calculator (Spatial Analyst)** – umožňuje segregovat v našem případě vrstvu vodních toků, kterou následně převedeme z rastrového formátu na vektorový

## 6.3 Postup práce s definováním pojmů

V následující kapitole si nastíníme postup pro tvorbu digitálního modelu reliéfu. Podrobnějším způsobem jsou zde vysvětleny jednotlivé metody z předchozí kapitoly 6.2. Upřesníme také, proč se dané operace provádějí a jaký mají pro naši analýzu význam.

### 6.3.1 Příprava dat

Magistrát města Liberec poskytl pro výzkum území výskytu údolních niv velmi kvalitní data nezbytná k tvorbě digitálního modelu reliéfu a k dalším analýzám. Konkrétně tedy Mgr. Jan Jaksch vyšel ve všech věcech týkajících se bakalářské práce vstříc, proto mu patří velké díky. Jedná se o data: *A001 (zastavěné území)*, *A023 (VKP ze zákona – údolní nivy, mokřady – přibližné vymezení údolních niv, které bakalářská práce upřesňuje)*, *A041 (BPEJ = bonitové půdně ekologické jednotky)*, *A047\_lin (vodní toky – shodné s vrstvou A02\_Vodni\_tok\_JU z DIBAVOD)*, *A047\_plo (vodní plochy)*, *A050 (záplavová území Q100)*, *A051 (aktivní zóna záplavového území)*, *vedlejsi\_vrstevnice*, *terenni\_hrana*, *hlavni\_vrstevnice*, *doplňkova\_vrstevnic*, *hranice\_ORP\_Liberec*. Všechny vrstvy byly poskytnuty ve formátu shp. (shapefile) a jsou součástí územně analytických podkladů ORP Liberec. U vrstev *A047 (vodní toky, vodní plochy)* je vhodné zmínit, že se jedná o data veřejně dostupná na webových stránkách DIBAVOD (Digitální Báze Vodohospodářských Dat). Vrstva *vrstevnic* je získána z tzv. ZABAGED (Základní báze geografických dat České republiky)

Do programu **ArcMap** vložíme pomocí **Add Data** jednotlivé vrstvy (nejprve vrstvy *vrstevnic*: *vedlejsi\_vrstevnice*, *terenni\_hrana*, *hlavni\_vrstevnice*, *doplňkova\_vrstevnice*). Pro spojení těchto čtyřech vrstev v jednu výslednou vrstvu všech *vrstevnic* využijeme operaci **Merge** nalezneme v **ArcToolbox**. Do **Input Datasets** zadáme čtyři zmíněné vrstvy *vrstevnic*. Nastavení ponecháme, pouze v Output Dataset nastavíme název výsledné vrstvy (*VRSTEVNICE*). Potvrdíme. Pro přehlednost můžeme smazat vrstvy *vedlejsi\_vrstevnice*, *terenni\_hrana*, *hlavni\_vrstevnice*, *doplňkova\_vrstevnice*. Operace je poměrně početně náročná, proto při horší hardwarové výbavě může být náročná také časově. U všech vrstev, které vkládáme do **ArcMap**, je vhodné překontrolovat nastavení koordinačního systému, aby nedošlo k chybným

výpočtům. V našem případě se jedná o koordinační systém S- JTSK\_Krovak\_East\_North.

Protože jsme získali vrstvu celé ČR, je vhodné pro naše potřeby zredukovat velikost vrstvy *A047\_lin*. Využijeme funkce **Select Features** a označíme území ORP Liberec. Dalším krokem na vrstvě *A047\_lin* zvolíme **Export Data** a v nastavení ponecháme **Selected Features**, pouze v **Output shapefile or feature class** nastavíme název vrstvy *VODNI\_TOKY* a místo uložení v kořenovém adresáři. Selekcí pouze jednoho konkrétního území (ORP Liberec) jsme využili pro zjednodušení a zrychlení následných výpočtů v analýze. Stejným způsobem a ze stejného důvodu aplikujeme tento postup na vrstvu *A047\_plo*. Jediným rozdílem bude název (*VODNI\_PLOCHY*) a místo uložení výsledné vrstvy. Pro přehlednost můžeme opět vrstvy *A047\_lin* a *A047\_plo* smazat.

Bohužel se nezdařilo sehnat vrstvu kót, která by nám poměrně významným způsobem výsledný digitální model reliéfu zpřesnila. Pro přiblížení definujme, co se stane při tvorbě DMR bez kót. Vznikají tzv.: „stolové hory“ v digitálním modelu reliéfu (DMR). Předmětem našeho zájmu budou ovšem údolí, konkrétně tedy údolní nivy a tudíž absence kót v DMR není v našem případě významný problém.

### 6.3.2 Vytvoření DMR

Jak jsem již zmínil, tak pro vizualizaci digitálního modelu reliéfu se používá jeden ze dvou hlavních datových modelů **TIN** nebo **GRID** (Rapant, 2005, s. 72).

**Vytvoření DMR v TIN** (nepravidelná trojúhelníková síť, triangulated irregular network)

*„TIN je reliéf terénu, který reprezentuje topologickou strukturu. Struktura DMR v TIN je uváděna jako jedna z nejpřesnějších metod tvorby digitálního modelu reliéfu. TIN bývá nejčastěji zobrazován jako množina trojúhelníků, jenž spojují body reliéfu do jedné spojitě plochy reprezentované nepravidelnými trojúhelníkovými ploškami. Digitální model reliéfu v datovém modelu TIN je označován jako vektorový (Rapant; 2005, s. 73; Longely, et al.; 2001, s. 193).“*

Zapneme si extenzi **3D Analyst** v jejím prostředí zvolíme **Create/Modify TIN > Create TIN From Features**. Vše nastavíme podle *Tabulky 4*. **Feature typ** vypovídá o prostorové informaci vrstvy. V položce **Height Source** zvolíme pole (pokud ho daná vrstva v atributové tabulce obsahuje), podle kterého se dopočítá výška do DMR. **Triangulate as** je způsob triangulace, nebo-li jakým způsobem se TIN vytvoří (mass points = „kumulativně“ položené body, hard line = pevně daná hrana vodních toků, soft clip = podle které vrstvy bude výsledný výstup oříznutý). Vše potvrdíme a vznikne nám DMR ve formátu TIN.

*Tabulka 4: Nastavení vytvoření TIN v ArcMap, zdroj: nastavení nástroje v ArcGIS upravil Nýdrle, 2011*

<b>Nastavení vytvoření TIN (Create TIN From Features)</b>			
název vrstvy	Feature Typ	Height Source	Triangulate As
VRSTEVNICE	3D lines	elevation	mass points
VODNI_TOKY	2D lines	none	hard line
HRANICE_ORP	2D polygons	none	soft clip
VODNI_PLOCHY	2D polygons	none	hard replace

#### **Vytvoření DMR v GRID** (jde o pravidelnou mřížku)

Opět zvolíme **3D Analyst > Convert > TIN to Raster**. Nově otevřené dialogové okno vyplníme:

- **Input TIN:** TIN (námi vytvořený TIN)
- **Attribute:** Elevation (nadmořská výška)
- **Cell size:** 10 (velikost pixelu)
- **Output raster:** GRID (název a místo uložení vzniklého DMR ve formátu GRID)
- Vše potvrdíme a vznikne nám rastrový DMR tedy ve formátu GRID

Digitální model reliéfu typu **GRID** tvoří matice výškových bodů, které jsou pravidelně rozmístěné. Základní jednotka tohoto modelu je bod. Problém ovšem je, že s jedním bodem nelze provést významnější analýzy reliéfu. Tento fakt je důvodem



k tomu, že se jako nejmenší prvek, s nímž se pracuje, bere čtveřice bodů (buňka gridu = 2 x 2). Vzniklá mřížka čtyř bodů dokáže velmi přesně reprezentovat složitý povrch, jelikož ten může být mezi body zakřivený (čtyři body mohou, ale nemusí ležet v rovině). **DMR** v datovém modelu **GRID** se nejčastěji označuje termínem rastrový model **DMR**). **GRID** má ovšem také nevýhody. Mezi hlavní nevýhodu datového modelu ve formátu **GRID** patří velká redundance dat. Redundance se projevuje vysokou náročností na operační paměť při práci s daty, ale také na paměť na disku. Jinými slovy je rozměr základní buňky zbytečně malý, protože je zvolen tak, aby zachytil nejmenší detail reliéfu. „Majoritní využití datového modelu **GRID** v **DMR** je reliéf rovinatého typu bez náhlých výškových změn (Rapant; 2005, s. 72; Longely, et al.; 2001, s. 342).“

### 6.3.3 Hydrologická analýza digitálního modelu reliéfu

Vzniklý rastr v datovém formátu GRID není zcela dokonalý a bezchybný. Přepočítáním z formátu TIN totiž vznikly dva nežádoucí prvky sinks („studně“) a peaks („vrcholy“). Pro vysvětlení jde o tzv. lokální deprese. Sinks jsou oblasti, které jsou obklopené buňkami s vyšší nadmořskou výškou (v reálném světě se tyto oblasti téměř nevyskytují až na výjimky – např.: krasové oblasti). Peaks jsou místa, která jsou obklopena buňkami naopak s nadmořskou výškou nižší. Zmíněné vrcholy („peaks“) ovšem nezkreslují hydroanalytické výstupy, proto je můžeme zanedbat (Longely et al., 2001, s. 343).

V aktivovaném nástroji **Arc HydroTools9** zvolíme **Terrain Preprocessing > DEM Manipulation > Fill Sinks**. Všechna nastavení ponecháme a potvrdíme dialogové okno. Vznikne vrstva, která znázorňuje místa kumulace vod. Vytvořili jsme tedy z DMR ve formátu GRID vrstvu jménem *FIL* opět ve formátu GRID (avšak přesnější). Provedli jsme tedy kontrolu problémových míst, aby nedošlo ke znehodnocení a zkreslení dalších výstupů. Před užitím nástroje mohly v DMR vznikat bezodtoké deprese „sinks“. Někdy bývají tyto bezodtoké oblasti označovány jako „studně“. Nástrojem **Fill Sinks** jsme tyto deprese odstranili.

### Vytvoření vrstvy směru odtoku – Flow direction

Opět v aktivovaném nástroji **Arc HydroTools9** zvolíme tentokrát **Flow Diresctions**. Nastavení ponecháme a vznikne nám vrstva jménem *FDR*. Jedná se o vrstvu opět ve formátu GRID, ovšem tentokrát jde o GRID směru odtoku. Ten vzniká metodou, kdy je vždy z okolí pixelu vybrán ten s nejnižší hodnotou podle určitého algoritmu. Vytvoření vrstvy směru odtoku je mezistupeň před vytvořením vrstvy akumulace odtoku (**Flow accumulation**).

### Vytvoření vrstvy kumulace odtoku – Flow accumulation

V nástroji **Arc HydroTools9** vybereme **Flow Accumulation**. Jako vstupní rastr použijeme předchozí vrstvu směru odtoku. Opět vše potvrdíme a vznikne vrstva s názvem *FAC*. Jednotlivým pixelům jsou přiřazovány hodnoty podle množství do nich směřujících pixelů. Respektive je tedy akumulace odtoku stanovena součtem hodnot buněk, které směřují (přispívají) do dané buňky. Tímto krokem vznikne GRID znázorňující akumulované hodnoty pixelů ve směru odtoku. Jde tedy o vrstvu, která znázorňuje povrchovou akumulaci vod. V bílých částech bude voda soustředěna celoročně (kde se budou tvořit potoky a řeky). Je vhodné podotknout, že vzniklá vrstva je téměř totožná s vrstvou vodních toků z DIBAVOD.

### Reklasifikace vzniklé vrstvy kumulace odtoku na vrstvu říční sítě

V předchozím odstavci jsem popsal, jakým způsobem vytvořit rastrovou vrstvu ve formátu GRID kumulace odtoku. Nyní je ovšem třeba vzniklou vrstvu reklasifikovat, abychom získali vrstvu říční sítě. Toho docílíme velmi jednoduše. Nejprve je třeba **Raster Calculatoru (Spatial Analyst)** zadat rovnici  $FAC > 5000$ , protože nás zajímají pouze hodnoty nad 5000. Potvrzením vznikne nová vrstva jménem *CALCULATION*. Nyní využijeme opět nástroje **Spatial Analyst**, konkrétně **Reclassify**. Druhý řádek první sloupec změním na NoData. Data se nám nebudou zobrazovat. Output raster místo uložení a jméno nové vrstvy. Po potvrzení jsme vytvořili vrstvu říční sítě ORP Liberec.

Posledním krokem je konvertovat vzniklou rastrovou vrstvu do vektorového formátu. Opět použijeme **Spatial Analyst**, konkrétně **Convert > Raster to Features**. Dialogové okno nastavíme tímto způsobem:

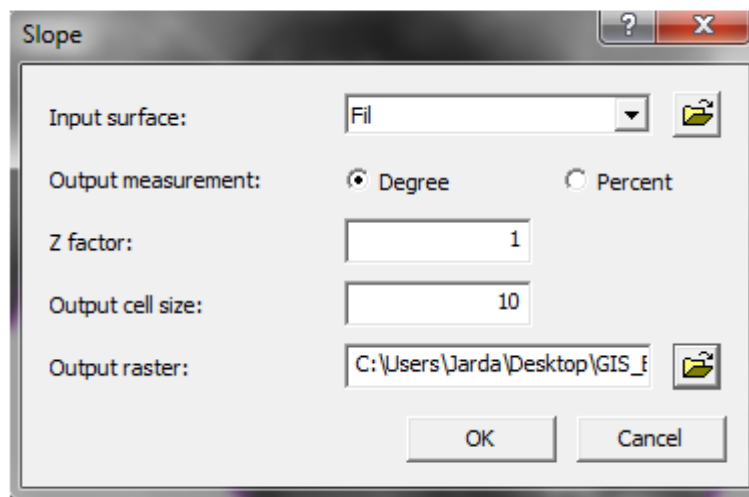
- **Output Geometry Type:** Polyline (typ vzniklé vrstvy)
- **Output Features:** název a místo uložení budoucí nové vrstvy

Ostatní nastavení ponecháme. Ukončením kroku jsme se dostali k jednomu z cílů. Vytvořili jsme vektorovou vrstvu liniového typu. Vzniklá vrstva znázorňuje vodní toky, které jsme vygenerovali pomocí všech nástrojů vyjmenovaných v kapitole 6.2. Pokud porovnáme vzniklou vrstvu s vrstvou vodních toků z DIBAVOD, zjistíme že se jedná o vrstvy téměř shodné. Což je také kontrola správného postupu a kvalitního výsledku.

#### 6.3.4 Vytvoření vrstvy sklonů svahů a reklasifikace na roviny

V dalším kroku vymezení údolních niv využijeme prostorovou analýzu (**Spatial Analyst**), konkrétněji podfunkci povrchové analýzy sklonů (**Surface Analysis > Slope**). Využijeme rastrovou vrstvu (Input surfaces) *FIL*, ve které jsme v předcházející kapitole

### NASTAVENÍ - SKLONŮ SVAHŮ - SLOPE

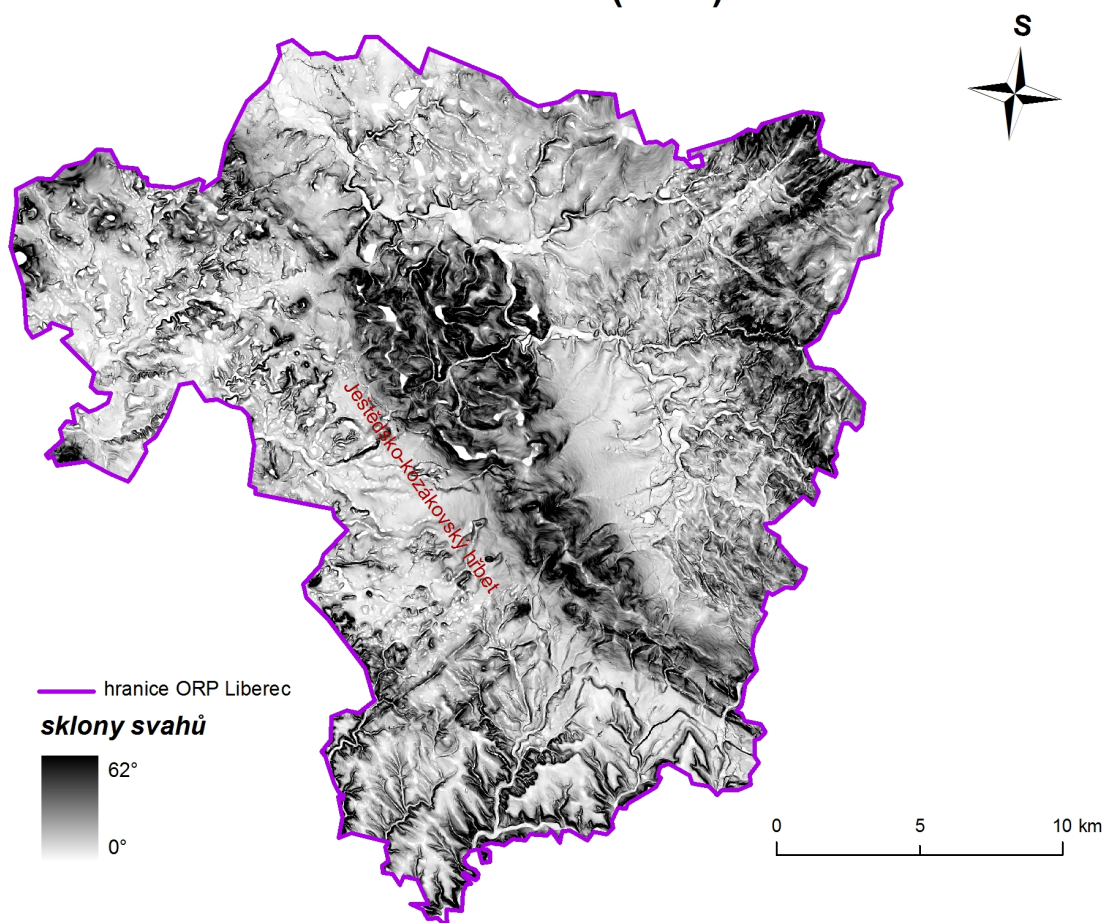


Obrázek 9: Nastavení sklonů svahů - slope, zdroj dat: PRTSC z ArcMap

redukovali výskyt bezodtokých depresí („studní“). Nastavení dialogového okna u funkce Slope je znázorněno na *Obrázku 9*. **Output measurment** – jednotky vzniklého rastru pro sklony, určíme stupně (degree). **Z factor** – faktor přepočítání na sklon svahu.

**Output cell size** – velikost pixelu výsledné vrstvy. **Output raster** – místo uložení výsledné rastrové vrstvy. Mapa (Obrázek 10) zobrazuje sklony svahů reliéfu ORP

### SKLONY SVAHŮ ORP LIBEREC (2011)

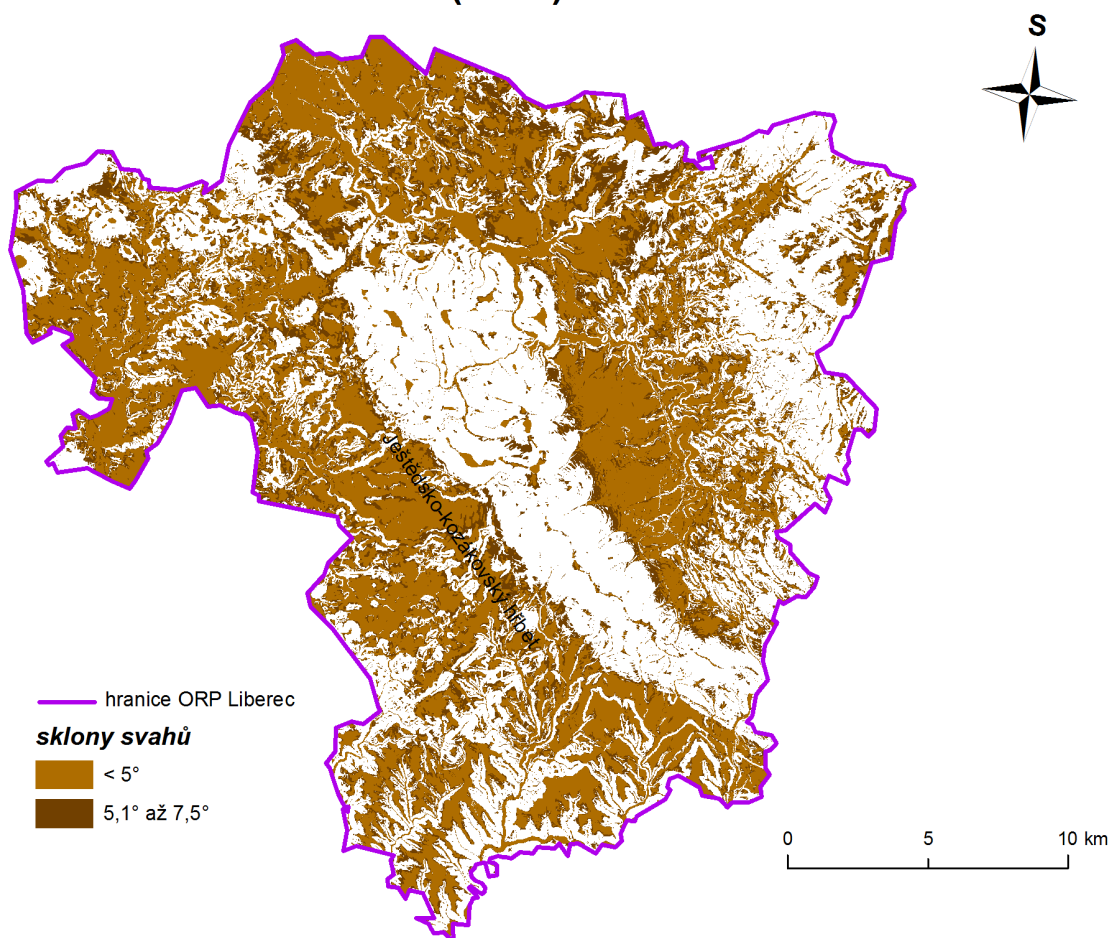


Obrázek 10: Sklony svahů, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500

Liberec. Je patrné, že ve vyšších nadmořských výškách (Ještědský hřbet, zasahující část Jizerských hor) jsou strmější svahy. Zatímco v oblastech s nižší nadmořskou výškou a zároveň rovinatějších oblastech jsou sklony svahů menší, zde bude pravděpodobnější výskyt údolních niv.

Výsledná vrstva sklonů svahů je proto třeba pro potřeby vymezení údolních niv reklasifikovat na roviny. Což je patrné z definic určujících území údolní nivy například: „Údolní niva je široký a rovinatý pás zemského povrchu (Plummer, C.; McGeary, D.; 2001, s. 212).“ Určili jsme dva intervaly rovin a to do 5° a do 7,5°. Využijeme funkci programu ArcMap **Reclassify**. Výsledná vrstva je zobrazena na Obrázku 11.

## ROVINY ORP LIBEREC (2011)



Obrázek 11: Roviny ORP Liberec (2011), Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500

### 6.3.5 Reklasifikace vrstev BPEJ a horniny ORP Liberec

Pro potřeby překryvné analýzy a následného vymezení údolních niv je třeba reklasifikovat dvě vrstvy BPEJ (Bonitové Půdně Ekologické Jednotky) a horniny ORP Liberec. Vrstva BPEJ obsahuje nivní půdy, které vymezují údolní nivu. V literatuře je vymezena nivní půda takto: „Nivní půdy se vyskytují a vyvíjejí na občasně zaplavovaných stanovištích v blízkosti vodních toků. Dělí se na karbonátové a bezkarbonátové – silikátové (Němeček, J; Tomášek, M; 1983, s. 19).“ Podle kódu HPJ (hlavní půdní jednotky) se jedná o tyto nivní půdy (vyhláška č. 327/1998 Sb., § 5):

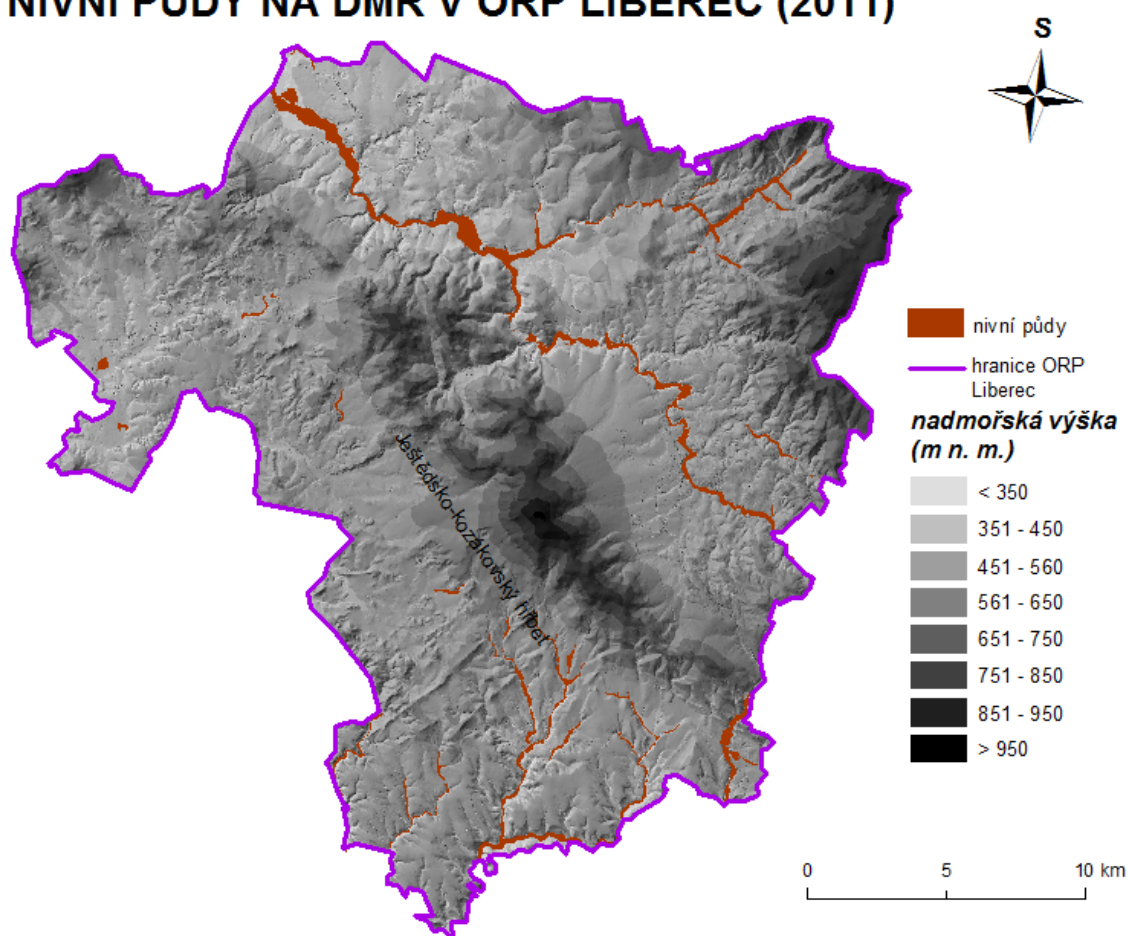
- 55 – nivní a lužní půdy na nivních uloženinách; velmi lehké, zpravidla písčité, výsušné



- 56 – *nivní půdy na nivních uloženinách; středně těžké, s příznivými vláhovými poměry*
- 57 – *nivní půdy na nivních uloženinách; těžké až velmi těžké, vláhové poměry příznivé až sklon k převlhčení*
- 58 – *nivní půdy glejové na nivních uloženinách; středně těžké, vláhové poměry méně příznivé, po odvodnění příznivé*
- 59 – *nivní půdy glejové na nivních uloženinách; těžké až velmi těžké, vláhové poměry nepříznivé, po odvodnění příznivější*

Výslednou vrstvu nivních půd s výše vyjmenovanými HPJ získáme v programu ArcMap pomocí funkce **Select By Attributes** vybereme příslušné pole v tabulce

## NIVNÍ PŮDY NA DMR V ORP LIBEREC (2011)



Obrázek 12: Nivní půdy, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500, BPEJ – nivní půdy

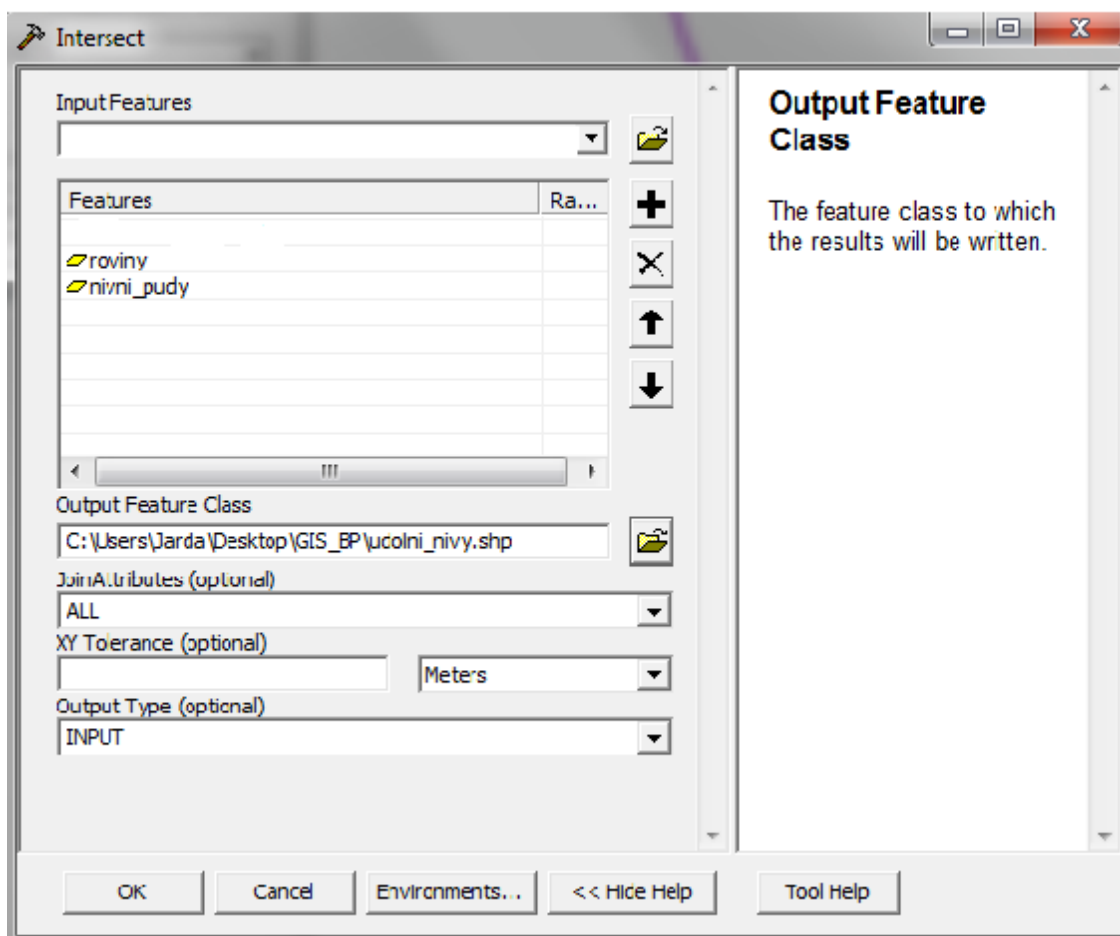
atributů. Následně exportujeme vybrané prvky do nové vrstvy (**Export Data**). Výsledná vrstva nivních půd je zobrazena na mapě (Obrázek 12).

Stejným způsobem a ze stejného důvodu segregujeme vrstvu kvartérních sedimentů ORP Liberec z vrstvy hornin. Do kvartérních sedimentů spadají dle České geologické služby hlína, písek a šterk (Obrázek 5).

### 6.3.6 Výsledná vrstva údolních niv – překryvné analýzy

Využitím různých nástrojů a extenzí v programu ArcGIS byly získány všechny potřebné vrstvy, které jsou třeba k závěrečné překryvné analýze. Díky poslednímu kroku získáme výslednou vrstvu údolních niv v řešeném území ORP Liberec. Výsledná data upravíme podle ortofoto snímků podle současného využití území údolních niv. V několika lokalitách ověříme zjištěná data v terénu.

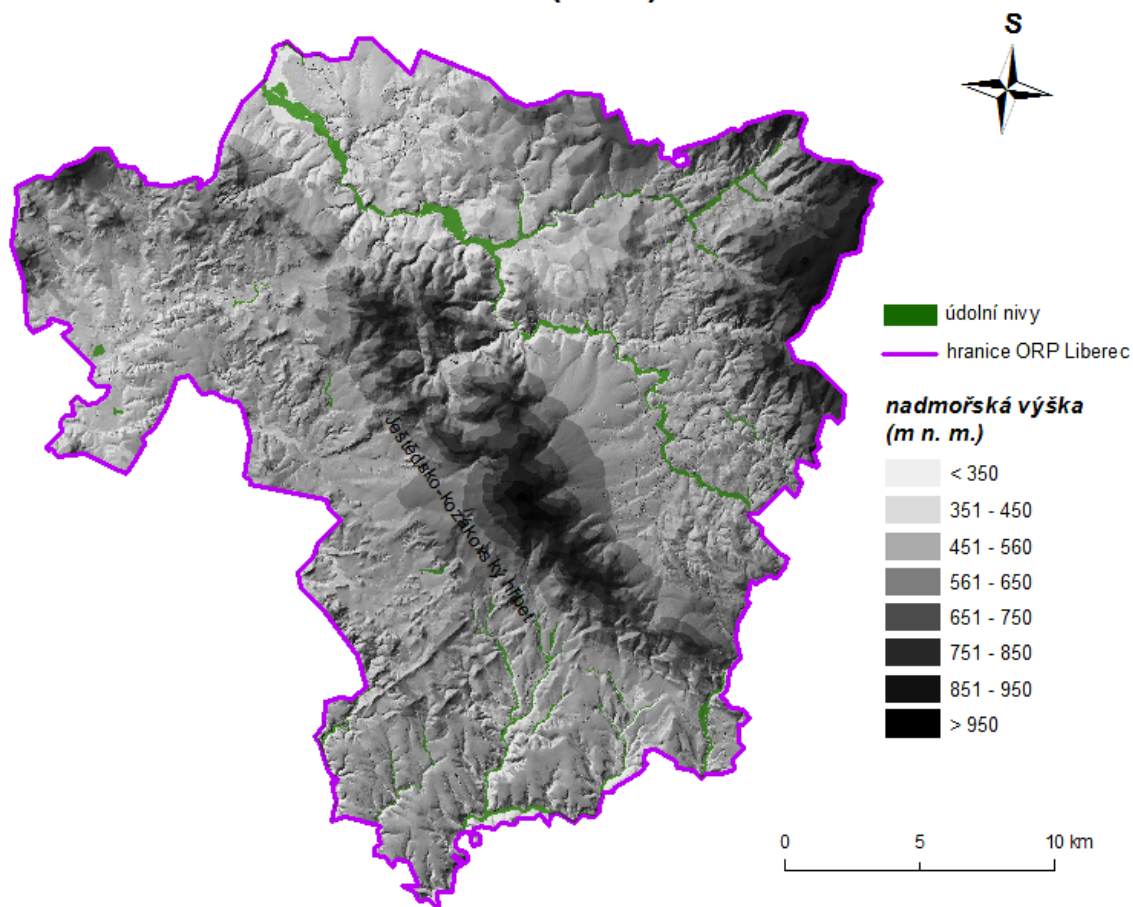
## NASTAVENÍ PŘEKRYVNÉ ANALÝZY - INTERSECT



Obrázek 13: Nastavení analýzy intersect, zdroj dat: PRTSC z ArcGIS

Získané vstvy sklonů svahů ( $< 5^\circ$ ;  $5^\circ - 7,5^\circ$ ), kvartérních sedimentů a nivních půd využijeme v překryvné analýze. Podnástrojem překryvné analýzy, který využijeme je **INTERSECT**. Protože vrstva nivních půd je s vrstvou kvartérních sedimentů téměř totožná a nivní půdy exaktněji vymezují údolní nivu, využijeme do překryvné analýzy pouze vrstvy sklonů svahů a nivních půd. *Obrázek 13* popisuje nastavení překryvné analýzy intersect. *Obrázek 14* zobrazuje výslednou vrstvu údolních niv v ORP Liberec.

## ÚDOLNÍ NIVY ORP LIBEREC (2011)



*Obrázek 14: Údolní nivy ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, vytvořeno v ArcGIS 9.3, zdroje dat: ZABAGED, DIBAVOD, vrstvy MML, ArcČR 500, BPEJ – nivní půdy*



## 7 Ověření získaných výsledků v terénu

V programu GIS byly podle faktorů určujících údolní nivu vymezeny oblasti, ve kterých se vyskytuje údolní niva. Na základě konzultací s profesorem Hubertem Hilbertem byly prostřednictvím pedologické sondy ověřeny některé zjištěné lokality údolních niv. Byl tedy potvrzen jeden z klíčových faktorů, který určuje údolní nivu a to nivní půda.

### 7.1 Údolní niva v Machníně – Lužická Nisa

Údolní niva v oblasti Machnín je obklopena zastavěným územím, proto je poměrně důležité její vymezení ve smyslu její budoucí ochrany. Pedologickou sondou byla potvrzena přítomnost nivní půdy. Podle publikace J. Němečka (2001) a konzultace s profesorem Hilbertem se jedná o nivní půdu (*Obrázek 15*) s touto charakteristikou:

- **Profil: P4110024** – fluvizem modální (Flm), mladá nevyvinutá půda v území současných záplav, bez dalších diagnostických horizontů, zřetelné nepravidelné zvrstvení aluviálního substrátu (C), mělký ochrický horizont (Ao), sekvence: A0-C



*Obrázek 15: Nivní půda - Machnín, Foto Jaroslav Nýdrle 2011*

### 7.2 Údolní niva v okolí Hodkovic nad Mohelkou – Mohelka

Údolní niva v této oblasti je poměrně rozsáhlá. Opět byla použita pedologická sonda a vrt potvrdil přítomnost nivní půdy. Podle publikace J. Němečka (2001) a konzultace s profesorem Hilbertem se jedná o nivní půdu (*Obrázek 16*) s touto charakteristikou:

- **Profil: P4110022** – fluvizem modální (Flm), mladá nevyvinutá půda v s aluviální sedimentací v záplavách (podobně jako předchozí), bez další diferenciací diagnostických horizontů, sekvence Oo-Ao-C. Nad ochrickým horizontem (Ao) je přítomen opadankový horizont Oo a půdotvorný substrát (C)



*Obrázek 16: Nivní půda - Hodkovice nad Mohelkou, Foto Jaroslav Nýdrle 2011*

Rozloha údolní nivy v oblasti Hodkovic nad Mohelkou je velká, proto byl proveden ještě jeden pedologický vrt, který opět potvrdil přítomnost nivní půdy. Nyní ovšem starší nivní půdy, která má opět podle publikace J. Němečka (2001) a konzultace s profesorem Hilbertem tuto charakteristiku:

➤ **Profil: P4110014** – fluivizem modální (Flm), starší nivní půda, delší dobu mimo současných záplav, sekvence- Oo-Ao-C. Půda v aluviální poloze, naznačuje na přechod do hydromolisolů (lužní půdy), postupný přechod nenaznačuje na akumulovaný humózní horizont, ale na zralost půdy

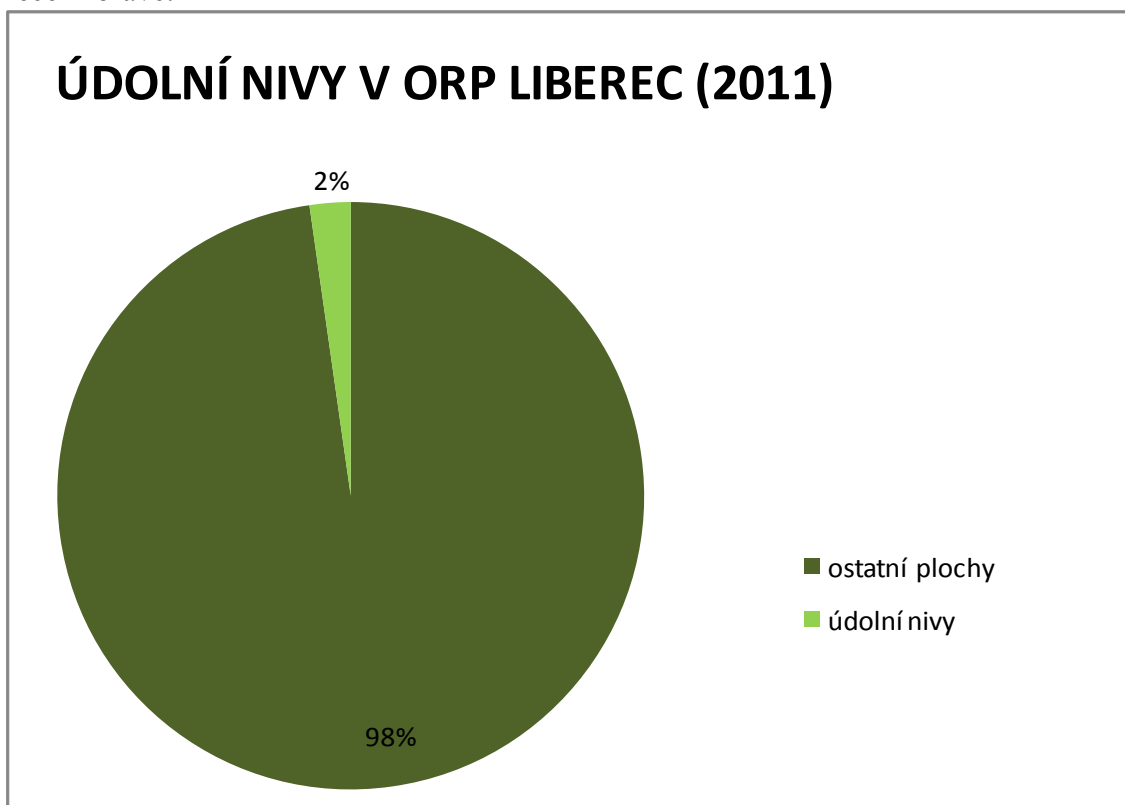


*Obrázek 17: Nivní půda - Hodkovice nad Mohelkou 2, Foto Jaroslav Nýdrle 2011*

Pedologický průzkum potvrdil přítomnost nivních půd v několika lokalitách. Je to tedy způsob potvrzení kvality vstupních dat do analýz, kterými jsme vymezili údolní nivy. Jinými slovy vrstva BPEJ – nivní půdy vymezená VÚMOP je shodná s realitou.

## 8 Využití získaných výsledků

Rozloha řešeného území ORP Liberec činí 579,1 km<sup>2</sup>. Pokud porovnáme rozlohu ORP Liberec s rozlohou území, kde se dle naší analýzy nalézají údolní nivy, je samozřejmě několikanásobně větší. Prostřednictvím programu **ArcMap** přesněji nástrojem **Calculate Geometry** byla vypočítána rozloha údolních niv, která činí 13 km<sup>2</sup>. Pro názornost, jak malou plochu zaujímají v ORP Liberec údolní nivy, je připojen *Graf 1*. Vzhledem k faktu, že se jedná převážně o pahorkatinu, nejsou zde významným způsobem zastoupeny roviny, řeky zde nemají možnost ve velké míře meandrovat. Díky těmto skutečnostem se zde údolní nivy nevyskytují v takové míře, jako například na řece Moravě.



*Graf 1: Graf plochy nivních půd, zdroj dat: výpočty z ArcMap*

### 8.1 Údolní nivy v záplavových územích

Dle definic je záplavové území jedním z faktorů, které určují údolní nivu. Například: „Údolní niva je plochá, nízko položená oblast podél vodního toku, charakteristické jsou pro ni opakované povodně. Vzniká v období, kdy se proud vody vylíje ze svého koryta (Christopherson, R. W.; 2010, s. 380).“ K analýze můžeme využít vrstvu Q – 100 záplavového území stoleté vody. Záplavové území je vymežováno

správci povodí a vyhlášováno vodoprávními úřady kraje. „Záplavové území vodního toku je administrativně určené území, které může být zaplaveno vodou při výskytu přirozené povodně. Rozsah záplavového území navrhuje správce dotčeného vodního toku pro průtoky, které se vyskytují při přirozené povodni s periodicitou 5, 20 a 100 let (zákon č. 254/2001 Sb.).“

„Vrstva  $Q - 100$  je tedy návrhová záplavová čára návrhové povodně s periodicitou 100 (výskyt povodně, který je dosažen nebo překročen průměrně jedenkrát za 100 let), která se odvozuje z nejvyšší hladiny vody v jednotlivých profilech vodního toku při návrhové povodni, přičemž její nadmořské výšky jsou stanoveny hydraulickým výpočtem (dle vyhlášky MŽP podle § 66 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb.).“ Údolní nivy zaujímají v ORP Liberec rozlohu 13 km<sup>2</sup>. Definice napovídá, že by vrstva záplavových území stoleté vody měla mít řádově velmi podobnou rozlohu údolním nivám. Opět využijeme **Calculate Geometry** a vypočítáme rozlohu záplavových území  $Q - 100$ , která činí 12 km<sup>2</sup>. Rozloha údolních niv a záplavových území v ORP Liberec je téměř shodná. Což vypovídá o částečné kontrole správnosti výsledku. Hranice záplavového území  $Q - 100$  a údolní nivy nejsou ovšem zcela totožné. Tato dvě území jsou shodná na 6,4 km<sup>2</sup>. Rozdíl je dán skutečností, že záplavové území v ORP Liberec je vymezené pouze na Ještědském, Panenském a Harcovském potoce, dále na Ploučnici, Jeřici, Černé Nise, Lužické Nise, Mohelce, na několika potocích v Liberci např. Františkovský, Janovodolský, Ostašovský, Doubský.

## 8.2 Zastavěné území v údolních nivách

Z Magistrátu města Liberec máme k dispozici vrstvu zastavěného území ORP Liberec. Průnik vrstvy údolních niv s vrstvou zastavěného území ORP Liberec činí 6,01 km<sup>2</sup>. Při rozloze údolních niv 13 km<sup>2</sup> se jedná téměř o polovinu. Lidé soustředí výstavbu od nepaměti do údolí, protože zde jsou příhodné podmínky pro život. Velmi často se nacházejí města na velkých řekách (Liberec – Lužická Nisa). Výstavba a následný život v okolí řek sebou ovšem přináší jedno velké riziko, kterým je přirozené nebezpečí povodní. Příkladem jsou povodně ze srpna 2010, kdy byly postiženy zásadním způsobem obce ležící zejména na vodních tocích Jeřice a Lužické Nisy

(Oldřichov v Hájích, Mníšek, Nová Ves, Chrastava, Bílý Kostel nad Nisou, Chotyně a Hrádek nad Nisou). Zaplavené byly ale i obce Janův Důl a Osečná.

Údolní nivy se v zastavěném území nenachází, protože byly provedeny regulace toku, či jiná technická opatření umožňující výstavbu na podmáčených údolních plochách. Vlivem antropogenní činnosti (vývoj osídlení, zastavění údolních ploch) byly tedy plochy údolních niv redukovány. Rozloha potencionálních údolních niv v ORP Liberec bez zásahu člověka by činila 13 km<sup>2</sup>. Jinými slovy člověk znehodnotil svou výstavbou v ORP Liberec 6,01 km<sup>2</sup> plochy údolních niv. Typickým příkladem může být dolní centrum města Liberec, které dle historických pramenů bylo pravidelně zaplavováno a zřejmě před zásahem člověka bylo typickou údolní nivou. Vrsrtva BPEJ také potvrzuje, že se zde nachází faktor vymezující údolní nivu, nivní půdy. V současnosti je výstavba v údolních nivách vyloučena a to ze 2 důvodů:

- záplavové území
- údolní niva jako významný krajinný prvek ze zákona (viz kapitola 7.4).

### **8.3 Střety s prvky ochrany přírody**

Údolní nivy spadají ze zákona do skupiny významných krajinných prvků (č. 114/1992 Sb.; §4). Proto je zajímavé porovnat jaká plocha zaujímající údolní nivy v ORP Liberec se překrývá s prvky ochrany přírody reprezentované regionálním a nadregionálním ÚSES (Územní systém ekologické stability). Regionální a nadregionální ÚSES je dále děleno na biocentra a biokoridory. Opět využijeme nástroje programu **Calculate Geometry** v programu **ArcMap**.

ÚSES – Územní systém ekologické stability je dle § 3 dále pak podle zákona č. 114/1992 Sb. vzájemně propojený soubor přirozených i pozměněných, avšak přírodně blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu. Smyslem ÚSES je posílit ekologickou stabilitu krajiny zachováním nebo obnovení stabilních ekosystémů a jejich vazeb. Rozlišujeme následující úrovně ÚSES:

- **Nadregionální ÚSES** - jsou rozlehlé ekologicky významné krajinné celky a oblasti s min. plochou alespoň 1000 ha. Jejich síť by měla zajistit podmínky

existence charakteristických společenstev s úplnou druhovou rozmanitostí bioty v rámci určitého biogeografického regionu.

- **Regionální ÚSES** - jsou plošně rozlehlejší EVSK s minimální plochou podle typů společenstev od 10 do 50 ha. Jejich síť musí reprezentovat rozmanitost typů biochor v rámci určitého biogeografického regionu.

- **Provinciální a biosférický**

- **Místní (lokální) ÚSES**

*Pzn.: Definice jsou převzaty ze stránek Resortu ochrany životního prostředí (www.ochranaprirody.cz). Vzhledem k tomu, že pojmy Místní (lokální) ÚSES; Provinciální a biosférický nebudeme používat, proto zde nejsou definovány.*

**Regionální ÚSES biokoridory na údolních nivách** – plocha regionálních biokoridorů, která se nachází na území údolních niv v ORP Liberec činí 0,1 km<sup>2</sup>. Jedná se o tato území: biokoridory na řece Mohelce v obcích Hodkovice nad Mohelkou, Všelibice a Český Dub; biokoridor na řece Ohorka v obci Bílá; biokoridor na řece Zábrdka v obci Cetenov; biokoridor na řece Ploučnici v obci Janův důl; biokoridor na potoku Ještědka v dolní části obce Světlá pod Ještědem; biokoridor na řece Lužická Nisa v obci Bílý Kostel nad Nisou. Části těchto biokoridorů jsou tedy zároveň údolními nivami.

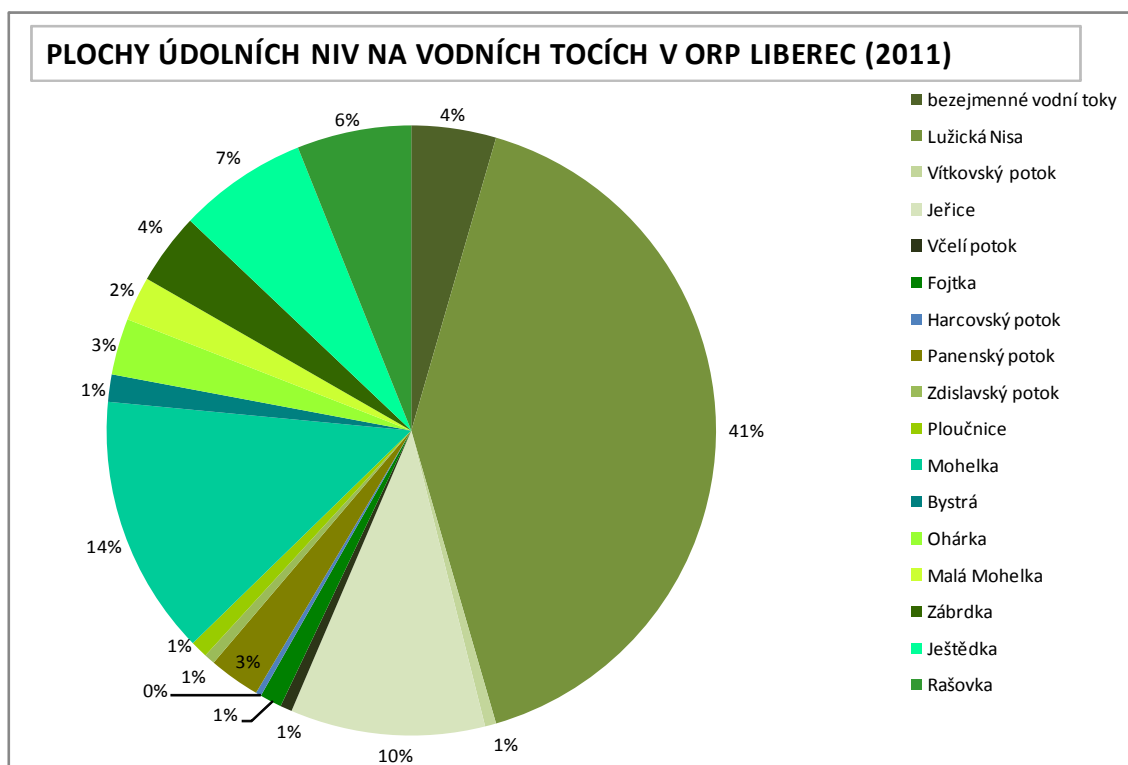
**Regionální ÚSES biocentra na údolních nivách** – plocha regionálních biocenter, které se nacházejí na údolních nivách v ORP Liberec činí 0,33 km<sup>2</sup>. Jsou to biocentra: biocentrum Karlovské bučiny v severní části katastrálního území Liberec na řece Lužická Nisa (159 m<sup>2</sup>); biocentrum Zourov na řece Zábrdka v obci Hlavičky (0,017 km<sup>2</sup>); biocentrum údolí Mohelky na řece Mohelce v obcích Český Dub a Bílá (0,315 km<sup>2</sup>).

## **8.4 Úprava výsledků pro MML**

Aby bylo možné využít získaná data do územně analytických podkladů SO ORP Liberec, která pořizuje Stavební úřad, oddělení územního plánování MML (Magistrát

města Liberec), byla výsledná vrstva údolních niv upravena. V zastavěném území, tedy v intravilánu se údolní niva nevymezuje. Protože lze předpokládat, že se zde nevyskytuje – nejsou splněny všechny parametry (faktory), které určují údolní nivu a to především vegetační kryt. Dalším důvodem je ochrana údolní nivy jako významného krajinného prvku ze zákona. VKP se v zastavěném území dle způsobu vymezení daném stavebním zákonem (*zákon č. 183/2006 Sb.*) nemůže vyskytovat. Na základě tohoto důvodu bylo zastavěné území z vrstvy údolních niv vyčleněno. V přílohách jsou mapy potencionálních a reálných údolních niv.

Při úpravě vrstvy využijeme funkci **Clip**. Upravenou vrstvu údolních niv, ve které už nemáme nivы se zástavbou je vhodné ověřit dle ortofota (z výše uvedených důvodů by se v zastavěném území neměla údolní niva vyskytovat). Výsledkem této analýzy jsme získali vrstvu použitelnou pro ÚAP. Jednotlivé údolní nivы jsou v tabulce atributů pojmenované podle vodního toku, na kterém se nacházejí. Díky překryvné analýzy povodí IV. řádu a vrstvy údolních niv je také v tabulce atributů popsáno v jakém povodí se daná údolní niva nachází. Po úpravě zaujímají v ORP Liberec rozlohu 8,13 km<sup>2</sup>.



Graf 2: Údolní nivы na vodních tocích v ORP Liberec, Jaroslav Nýdrle, zdroje dat: výpočty v ArcGIS

V následujícím grafu je popsáno jakou rozlohu zaujímají jednotlivé údolní nivy a na kterých tocích se vyskytují (*Graf 2*).

Z výsledků v *Grafu 2* je patrné, že největší rozlohou disponuje údolní niva na vodním toku Lužická Nisa. Údolní niva na Lužické Nise představuje 41 % rozlohy všech údolních niv v ORP Liberec. Pokud by v oblasti řeky nebyla takovou měrou rozvinutá zástavba, zaujímala by údolní niva ještě větší rozlohu území. Druhá, rozlohou největší, údolní niva se nachází v jižní části ORP Liberec a to na řece Mohelka. Údolní niva na řece Mohelce zaujímá 14 % rozlohy údolních niv v ORP Liberec. Mezi další rozlohou významnější údolní nivy patří údolní nivy na řekách Jeřice, Ještědka a Rašovka.

### **8.5 Diskuze - postup MML vs. postup autora**

MML vymezil údolní nivu v ORP Liberec bez vědeckého podložení, proto byla zadána bakalářská práce, která měla za úkol určit údolní nivy přesněji podle vědeckého postupu. Magistrát města Liberec vymezil údolní nivu v ORP Liberec na základě tohoto postupu:

1. vytipování niv na mapě (vodní toky s mělkým údolím)
2. procházení a zakreslování nivy v terénu
3. dle znalosti krajiny dokreslení nivy nad ortofotem

Postup autora byl založen na těchto ústředních bodech:

1. vytvoření DMR
2. vyčlenění rovin (do 5° a do 7,5°)
3. vyčlenění vrstvy nivní půdy
4. průnik vrstvy nivních půd a vrstvy rovin



5. upravení výsledku – odstranění zastavěného území (+ úprava dle ortofoto)
6. ověření přítomnosti nivních půd v oblastech údolních niv v terénu

Výsledky obou postupů se shodují v oblastech údolních niv s největší rozlohou (Lužická Nisa, Mohelka, Jeřice, Ještědka, Rašovka). V datech MML chybí mapování údolních niv v oblastech menších vodních toků. V postupu autora se podařilo díky využití GIS vymezit údolní nivy i v oblastech menších vodních toků. Hlavním přínosem bakalářské práce je tedy obohacení ÚAP o podrobněji zmapované údolní nivy v ORP Liberec i na menších vodních tocích. Přínosem je také vymezení údolních niv jednotným vědeckým způsobem na celém území SO ORP Liberec.

## 9 Závěr

Řešená bakalářská práce se zabývá vymezením údolních niv na území ORP Liberec s využitím metod GIS (vytvoření DMR, prostorové analýzy, překryvné analýzy, reklasifikace atd.).

Nejprve byla využita metoda rešerše odborné literatury (české a následně zahraniční) a na jejím základě byl definován pojem údolní niva. Jednou z nejpřesnějších definic je: *„Jedná se o široký a rovinatý pás zemského povrchu, který vzniká sedimentací vodního toku po obou stranách říčního koryta. Během povodní může být zaplavena vodou, která sebou přináší bahno a naplaveniny. Po povodni zde zůstávají (sedimentují) horizontální naplaveniny (Plummer, C.; McGeary, D.; 2001, s. 212).“*

V další části autor představuje řešené území ORP Liberec z fyzickogeografického hlediska s ohledem na souvislosti s údolními nivami. Je třeba říci, že území je geologicky poměrně mladé a geomorfologicky velmi členité, proto zde nejsou údolní nivy zastoupeny ve velké míře. Navazuje kapitola faktorů (horninové podloží, tvary reliéfu, půdy, vegetační kryt, záplavová území), které údolní nivu vymezují. Zmíněná kapitola vychází z definic údolní nivy.

Po analýze možností vymezení údolní nivy v prostředí GIS, byla určena metodika nejvhodnější pro řešené území. Po vytvoření DMR byly vymezeny funkcí Slope roviny (do 5° a do 7,5°) v řešeném území. Z vrstvy BPEJ byla vyjmuta vrstva nivních půd. Do překryvné analýzy INTERSECT byly použity tyto dvě vrstvy (roviny a nivní půdy). Vzniklá vrstva obsahovala údolní nivy dle geomorfologického hlediska. Dle definice: *„Z geomorfologického hlediska lze údolní nivu definovat jako akumulární rovinu vyskytující se podél vodního toku (Demek, J.; Zeman, J.; 1979, s. 140).“* Pro využití Magistrátu města Liberec bylo nutné vrstvu upravit, dle dalších faktorů údolní nivu určujících, tak aby vymezení údolní nivy odpovídalo co nejvíce jejímu skutečnému výskytu, jakožto významnému krajinnému prvku (VKP). K této úpravě bylo použito funkce Clip, vyčlenění zastavěného území z vrstvy údolních niv ORP Liberec. Ve finálních úpravách vrstvy údolních niv bylo použito ortofoto.

Podařilo se splnit všechny cíle, které byly stanoveny v zadání bakalářské práce. Stanovit lokality v území ORP Liberec, ve kterých se vyskytují údolní nivy. Vzniklá sada dat bude začleněna do databáze ÚAP SO ORP Liberec a použita především jako podklad do nových územních plánů. Odběratelem výsledků je veřejná správa ORP Liberec (Magistrát města Liberec).

Hlavním přínosem bakalářské práce je vymezení údolních niv jednotným vědeckým způsobem na celém území SO ORP Liberec. Vymezení hranice údolní nivy je územně plánovacím podkladem, který by měl být zohledněn při zpracování ÚAP SO ORP Liberec, zpracování územních plánů obcí. V neposlední řadě bude sloužit jako významný limit pro stavební činnost v daném území. Limitem je údolní niva dána zákonem o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. ve znění pozdějších předpisů, kde je definována jako významný krajinný prvek ze zákona. Hranice údolní nivy tak bude významným podkladem také pro odbor životního prostředí MML, který by měl zajistit ochranu tohoto ekologicky cenného území s významnou inundační funkcí.

## 10 Použitá literatura a zdroje

- [1] *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR* [online]. 2003 [cit. 2011-04-19]. Resort životního prostředí. Dostupné z WWW: <<http://www.ochranaprirody.cz>>.
- [2] BEDIENT, P. B., et al., *Hydrology and floodplain analysis*, 4. edition New York: Prentice Hall, 2008. 795 s. ISBN 0131745891
- [3] *Český statistický úřad* [online]. 2011 [cit. 2011-04-19]. ČSÚ. Dostupné z WWW: <<http://czso.cz/>>.
- [4] DEMEK, J., et al., *Hory a nížiny*, 1. vyd. Praha: Academia, 1987. 584 s.
- [5] DEMEK, J., Zeman J., *Typy reliéfu Země*, 1. vyd. Praha: Academia, 1979. 328 s.
- [6] FOLGER, P., *Geospatial Information and Geographic Information Systems (GIS): Current Issues and Future Challenges*, 1. edition Philadelphia: DIANE Publishing, 2010. 80 s. ISBN 1437919472
- [7] HORNÍK, S., et al., *Základy fyzické geografie*, 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982. 400 s.
- [8] CHARLTON, R., *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*, 2. edition New York: Routledge, 2009. 234 s. ISBN 978-0-415-33454-9
- [9] CHRISTOPHERSON, R. W., *Elemental Geosystems*, 6. edition New York: Pearson, 2010. 620 s. ISBN – 978-0321-59521-8
- [10] CHYTRÝ, M., et al., *Katalog biotopů České republiky*, 1. vyd. Praha : Agentura ochrany přírody a krajiny, 2001. 307 s. ISBN 80-86064-55-7
- [11] JUNK, W. J., *The central Amazon floodplain: ecology of a pulsing system*, 1. edition London: Springer, 1997. 525 s. ISBN 3540592768
- [12] KÜHN, P., *Geologické zajímavosti Libereckého kraje*, 1. vyd. Liberec: Liberecký kraj, 2006. 120 s. ISBN 80-239-6366-X
- [13] LONGLEY, P. A., et al., *Geographic Information Systems and Science*, 1. edition John Wiley & Sons, 2001. 454 s. ISBN 0471495212
- [14] LUTGENS, F. K., TARBUCK, E. J., *Earth – An introduction to Physical Geology*, 9. edition New York: Pearson, 2008. 714 s. ISBN 0-13-241066-4
- [15] MARRIOT, S. B., J. ALEXANDER, *Floodplains: interdisciplinary approaches*, 1. edition London: Geological Society, 1999. 330 s. ISBN 1862390509
- [16] NĚMEČEK, J., *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*, 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. 79 s.

- [17] NĚMEČEK, J., TOMÁŠEK, M., *Geografie půd ČR*, 1. vyd. Praha: Academia, 1983. 100 s.
- [18] PLUMMER, C. C., McGEARY, D., *Physical Geology*, 6. edition. New York: Wm. C. Brown Publishers, 2001. 537 s. ISBN 0-697-13807-0
- [19] Portál veřejné správy ČR: Vyhledávání v předpisech ze Sbírky zákonů [online]. 2003 – 2011 [cit. 2011-04-10]. Dostupné z WWW: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/710/\\_s.155/699/place](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/710/_s.155/699/place)>.
- [20] QUITT, E., *Klimatické oblasti Československa = Climatic regions of Czechoslovakia*, 1. vyd. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. 73 s.
- [21] RAPANT, P., *Geoinformační technologie*, 2. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut geoinformatiky, 2006. 102 s. ISBN 8024812630
- [22] SCHMUDDE, T.H., "Floodplain" in R.W. Fairbridge, *The Encyclopedia of Geomorphology*, 1. edition. New York: Reinhold, 1968. 362 s.
- [23] VLČEK, V., et al., *Zeměpisný lexikon ČR – Vodní toky a nádrže*, 1. vyd. Praha: Academia, 1984. 316 s.
- [24] VUGTK [online]. 2010. 1997 [cit. 2011-04-10]. VÝZKUMNÝ ÚSTAV GEODETICKÝ, TOPOGRAFICKÝ A KARTOGRAFICKÝ, v. v. i. . Dostupné z WWW: <<http://www.vugtk.cz/>>.
- [25] Vyhláška č. 327/1998 Sb., charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek, §5, Dostupné z WWW: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/710/\\_s.155/699/place](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/710/_s.155/699/place)>
- [27] Vyhláška č. 388/2002 Sb., (aktualizace č. 388/2004 Sb.) o stanovení správních obvodů obcí s pověřeným obecním úřadem a správních obvodů obcí s rozšířenou působností, §18, Dostupné z WWW: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/710/\\_s.155/699/place](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/710/_s.155/699/place)>
- [28] *Web-based Help* [online]. 2008 [cit. 2011-04-19]. ArcGIS Resource Center. Dostupné z WWW: <<http://resources.arcgis.com/content/web-based-help>>.
- [29] WILSON, J. P., et al., *The Handbook of Geographic Information Science*, 1. edition Blackwell Publishing, 2008. 634 s. ISBN 978-1-4051-0795-2
- [30] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, §3 a §4, Dostupné z WWW: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/710/\\_s.155/699/place](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/710/_s.155/699/place)>
- [31] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, §66, Dostupné z WWW: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/710/\\_s.155/699/place](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/710/_s.155/699/place)>

[32] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, Dostupné z WWW: <[http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/710/\\_s.155/699/place](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/710/_s.155/699/place)>

[33] ZHILIN, L., et al., *Advances in spatial analysis and decision making*, 1. edition New York: Taylor & Francis, 2004. 321 s. ISBN 9058096521

### **Vektorová data – mapy**

***Použitý souřadnicový systém: S-JTSK\_Krovak\_East\_North***

***Použitý software: ArcGIS 9.3; licence ArcInfo***

[34] A001 – vrstva zastavěného území, A023 – vrstva VKP ze zákona (nivy, mokřady), A041 – vrstva BPEJ, A047\_lin – vrstva vodních toků, A047\_plo – vrstva vodních ploch, A050 – vrstva záplavových území, A051 – aktivní zóna záplavových území, BPEJ – bonitovaná půdně ekologická jednotka, ÚAP ORP Liberec, MML, 2010

[35] *Administrativní členění*, ArcČR 500, ARCDATA PRAHA s.r.o., 2007

[36] *BPEJ*. 1:10000, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd (VÚMOP), 1995 – 2005

[37] *Geologická mapa*. 1:50000, Česká geologická služba, 2004

[38] *Geoportal CENIA* [online]. 2005-2010 [cit. 2011-04-10]; cenía\_b\_retm\_sde; Dostupné z WWW: <[www.geoportal.cenia.cz](http://www.geoportal.cenia.cz)>.

[39] *Geoportal CENIA* [online]. 2005-2010 [cit. 2011-04-10]; cenía\_geolog\_geomorf; Dostupné z WWW: <[www.geoportal.cenia.cz](http://www.geoportal.cenia.cz)>.

[40] *Kontextové mapování biotopů*, MŽP ČR: AOPK, 2006

[41] *Povodí IV. řádu*. Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD), 1:10 000, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., 2009.

[42] *Územní systém ekologické stability*, Datový model KULK, 1:25000, Krajský úřad Libereckého kraje., 2009

[43] *Vodní plochy ČR*. Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD), 1:10 000, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., 2009.

[44] *Vodní toky ČR*. Digitální báze vodohospodářských dat (DIBAVOD), 1:10 000, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., 2009.

[45] *Vrstevnice*. ZABAGED, 1:10 000, ČÚZK, 2007.

## **11 Seznam příloh**

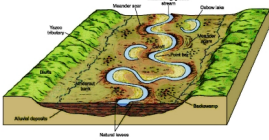
1. Potencionální údolní nivy ORP Liberec
2. Reálné údolní nivy ORP Liberec

## REÁLNÉ ÚDOLNÍ NIVY ORP LIBEREC (2011)

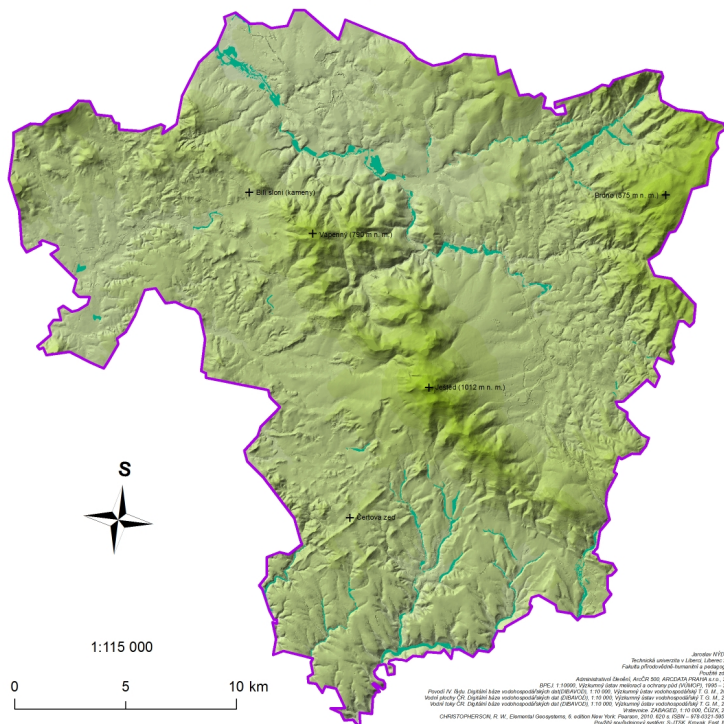
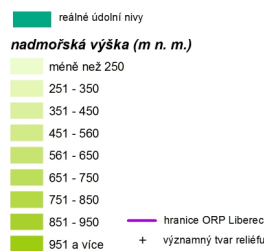
Údolní nivy se v zastavěném území nenačítají, protože byly provedeny regulace toku, tj. jiná technická opatření utočňující výstavbu na podnětých údobních plochách. Vlivem antropogenní činnosti (vývoj osídlení, zastavění údobních ploch) byly tedy plochy údobních niv redukovány. Jedná se tedy o údobní nivy odpovídající reálné situaci, proto reálné.

R. W. Christopherson (2010) definuje údobní nivy takto: „Údobní niva je plocha, nízká položená oblast podél vodního toku, charakteristické jsou pro ni opakované povodně. Vzniká v období, kdy se proud vody vyvíjí ze svého koryta. To znamená, že během povodně je údobní niva zaplavena. Po opadnutí vysoké vody sedimenty zakrývají plochu údobního dna.“

ÚDOLNÍ NIVA, CHRISTOPHERSON (2010)



Obrazek (Christopherson, R. W., 2010, s. 383) názorně zobrazuje jednotlivé tvary uvážené dvěma hlavními činnostmi řeky v místě údobní nivy a to je erozivní činnost a sedimentační činnost. Překlady jednotlivých útvarů jsou následující: Flood plain – údobní niva, Bluffs – svah údolí, Yazoo tributary – paralelní postranní vodní tok, Alluvial deposits – napáveniny, Undercut bank – postranní strmý břeh meandru vzniklý erozivní činností vodního toku, Meander scar – mrtvé rameno meandru, Meandering – graded stream – meandrující řeka zpomalující proud, Oxbow lake – mrtvé rameno meandru vyplněné vodou, Cutoff – nové říční koryto vzniklé po odštěpení meandru, Point bar – vnitřní strana meandru, probláha zde tzv. laterální akrece, což je postranní sedimentace, Backswamp – zamokřená deprese, ve které během povodně vznikají jezírka, Natural levees – asymetrická vyvýšenina podél říčního koryta umístěná nad plochým povrchem údobní nivy.

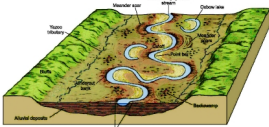


## POTENCIONÁLNÍ ÚDOLNÍ NIVY ORP LIBEREC (2011)

Potencionální (přirozené) údobní nivy nejsou ovlivněny antropogenními vlivy. Jedná se tedy o mapu stavu výskytu údobních niv, pokud by do jejich vývoje nezasahovaly úpravy říčního koryta a výstavbou obydlí.

R. W. Christopherson (2010) definuje údobní nivy takto: „Údobní niva je plocha, nízká položená oblast podél vodního toku, charakteristické jsou pro ni opakované povodně. Vzniká v období, kdy se proud vody vyvíjí ze svého koryta. To znamená, že během povodně je údobní niva zaplavena. Po opadnutí vysoké vody sedimenty zakrývají plochu údobního dna.“

ÚDOLNÍ NIVA, CHRISTOPHERSON (2010)



Obrazek (Christopherson, R. W., 2010, s. 383) názorně zobrazuje jednotlivé tvary uvážené dvěma hlavními činnostmi řeky v místě údobní nivy a to je erozivní činnost a sedimentační činnost. Překlady jednotlivých útvarů jsou následující: Flood plain – údobní niva, Bluffs – svah údolí, Yazoo tributary – paralelní postranní vodní tok, Alluvial deposits – napáveniny, Undercut bank – postranní strmý břeh meandru vzniklý erozivní činností vodního toku, Meander scar – mrtvé rameno meandru, Meandering – graded stream – meandrující řeka zpomalující proud, Oxbow lake – mrtvé rameno meandru vyplněné vodou, Cutoff – nové říční koryto vzniklé po odštěpení meandru, Point bar – vnitřní strana meandru, probláha zde tzv. laterální akrece, což je postranní sedimentace, Backswamp – zamokřená deprese, ve které během povodně vznikají jezírka, Natural levees – asymetrická vyvýšenina podél říčního koryta umístěná nad plochým povrchem údobní nivy.

